Captage de naissain de pétoncles sur la rive sud de la Gaspésie (Québec) de 1999 à 2004

Sylvie Brulotte, Benoit Thomas, Hugo Bourdages,
Michel Giguère et Mélanie Boudreau

Direction régionale des sciences
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

2010

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2889

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2889

2010

Captage de naissain de pétoncles sur la rive sud de la Gaspésie (Québec) de 1999 à 2004

Sylvie Brulotte, Benoit Thomas[1], Hugo Bourdages, Michel Giguère et Mélanie Boudreau

Direction régionale des sciences
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

[1] Ancienne affiliation : MAPAQ, Centre aquicole marin de Grande-Rivière, 6 rue du Parc, C.P. 340, Grande-Rivière (Québec) G0C1V0
Nouvelle affiliation : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 1685 boul. Wilfrid-Hamel, bureau 1.14, Québec (Québec), G1N 3Y7

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2010
No de cat. Fs 97-6/2889F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Brulotte, S., B. Thomas, H. Bourdages, M. Giguère et M. Boudreau. 2010. Captage de naissain de pétoncles sur la rive sud de la Gaspésie (Québec) de 1999 à 2004. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2889 : xii + 103 p.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des Tableaux v

Liste des Figures vi

Liste des Annexes ix

Résumé xi

Abstract xii

1 Introduction 1

2 Matériel et méthodes 2

2.1 Localisation des stations 2

2.2 Description des dispositifs expérimentaux 3

2.3 Immersion et récupération des dispositifs 5

2.3.1 Couverture spatiale 5

2.3.2 Effet de la profondeur 6

2.3.3 Fenêtre temporelle 7

2.4 Traitement des échantillons biologiques 7

2.4.1 Nettoyage des capteurs 7

2.4.2 Tri des capteurs 7

2.4.3 Salissures et espèces associées 8

2.5 Paramètres physicochimiques 10

2.6 Indice gonadosomatique du pétoncle géant 10

2.7 Analyses statistiques 11

3 Résultats 12

3.1 Paramètres physicochimiques 12

3.2 Indice gonadosomatique du pétoncle géant 13

3.3 Captage et croissance des pétoncles 15

3.3.1 Couverture spatiale 15

3.3.2 Effet de la profondeur 27

3.3.3 Fenêtre temporelle 30

3.4 Salissures marines, espèces associées et prédateurs 33

3.4.1 Salissures marines 33

3.4.2 Espèces associées et prédateurs 35

4 Discussion 42

4.1 Couverture annuelle et spatiale 43

4.2 Effet de la profondeur 47
4.3 Fenêtre temporelle 48
4.4 Croissance 49
4.5 Salissures marines, espèces associées et prédateurs 51
5 Conclusion 54
6 Remerciements 54
7 Références 54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de filières immergées par station, secteur et série pour les différents suivis du captage de naissain de pétoncles. 6

Tableau 2. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) de pétoncles spp. par secteur et série, après trois mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage..... 16

Tableau 3. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) de pétoncles spp. par secteur et série, après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage..... 16

Tableau 4. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) de pétoncles spp. par secteur et série, après 12 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage..... 18

Tableau 5. Superficie moyenne (% ± erreur-type) des enveloppes occupée par les salissures par secteur (Tracadigache et Gaspé) et durée d'immersion (10, 14 et 22 mois), lors des différents suivis du captage de la série 2002..... 34

Tableau 6. Poids moyen sec (g ± erreur-type) des enveloppes et des salissures par secteur (Tracadigache et Gaspé) et durée d'immersion (10 et 14 mois), lors des différents suivis du captage de la série 2002. 34

Tableau 7. Nombre moyen (individus/capteur ± écart-type) et taille moyenne (mm) des principaux prédateurs présents par secteur (Tracadigache et Gaspé), après 22 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002. 38

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des stations utilisées (point rouge) pour le captage de naissain de pétoncles de 1999 à 2004 dans les secteurs Tracadigache (T), Centre (C) et Gaspé (G). 3

Figure 2. Schéma d'une filière horizontale utilisée pour le captage de naissain de pétoncles de 1999 à 2004. 4

Figure 3. Schéma d'une filière verticale utilisée pour le captage de naissain de pétoncles de 2002 à 2004. 4

Figure 4. Exemple d'un capteur et de la grille utilisée pour l'évaluation des salissures ou de l'état des enveloppes des capteurs. 9

Figure 5. Température journalière moyenne à 2 m du fond pour les secteurs Tracadigache, Centre et Gaspé, de septembre 2001 à août 2004. 12

Figure 6. Indice gonadosomatique moyen (± écart-type) du pétoncle géant par date d'échantillonnage de 1999 à 2003 pour Bonaventure - Chandler et La Malbaie - Gaspé. 14

Figure 7. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (1999 à 2001), après trois mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 15

Figure 8. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (1999 à 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 17

Figure 9. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 12 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 18

Figure 10. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station et durée d'immersion (trois et dix mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage des séries 1999 à 2001. 19

Figure 11. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles géants et d'Islande par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (1999 à 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 20

Figure 12. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles géants et d'Islande par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 12 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 21

Figure 13. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles géants par station et durée d'immersion (10, 12 et 14 mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage des séries 2002 et 2003. 22

Figure 14. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles d'Islande par station et durée d'immersion (10, 12 et 14 mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage des séries 2002 et 2003. 23

Figure 15. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants et d'Islande captés par secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série, après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 24

Figure 16. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants captés par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion et taille moyenne des pétoncles spp. après 3 mois d'immersion (séries 1999 à 2001), lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 25

Figure 17. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles d'Islande captés par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion et taille moyenne des pétoncles spp. après 3 mois d'immersion, lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 26

Figure 18. Nombre moyen (± erreur-type) des pétoncles par profondeur, secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. La ligne double horizontale identifie le fond marin. 28

Figure 19. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants captés par profondeur, secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. 29

Figure 20. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles d'Islande captés par profondeur, secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. 30

Figure 21. Nombre moyen (± erreur-type) des pétoncles par secteur (Tracadigache et Gaspé), série (2002 et 2003) et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage. 31

Figure 22. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants et d'Islande captés par secteur (Tracadigache et Gaspé), série (2002 et 2003) et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage. 32

Figure 23. Proportion moyenne de la surface trouée des enveloppes par durée d'immersion et secteur (Tracadigache et Gaspé), lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002. 33

Figure 24. Abondance volumétrique relative (%) de quelques espèces captées (Pé = pétoncle spp., Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Al = algues, Hy = hydrozoaires, Po = polychètes, Ét = étoiles de mer, Op = ophiures), par secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé), série (1999 à 2003) et durée d'immersion (3, 10, 12 et 14 mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 36

Figure 25. Nombre moyen (nombre/capteur) de quelques espèces captées (Pg = pétoncle géant, Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Fo = foraminifères, Né = nématodes, Co = copépodes, Ss = *Spirorbis spirorbis*, Ét = étoiles de mer), par secteur (Tracadigache et Gaspé), après 10 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002. 37

Figure 26. Abondance volumétrique relative (%) de quelques espèces captées (Pé = pétoncle spp., Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Al = algues, Hy = hydrozoaires, Po = polychètes, Ét = étoiles de mer, Op = ophiures), par secteur

(Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. 39

Figure 27. Nombre moyen (individus/capteur) de quelques espèces captées (Pg = pétoncle géant, Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Fo = foraminifères, Né = nématodes, Co = copépodes, Ss = *Spirorbis spirorbis*, Ét = étoiles de mer), par secteur (Tracadigache et Gaspé), après 10 mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur de la série 2002. 40

Figure 28. Abondance volumétrique relative (%) de quelques espèces captées (Pé = pétoncle spp., Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Al = algues, Hy = hydrozoaires, Po = polychètes, Ét = étoiles de mer, Op = ophiures), par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage. 41

Figure 29. Nombre moyen (individus/capteur) de quelques espèces captées (Pg = pétoncle géant, Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Fo = foraminifères, Né = nématodes, Co = copépodes, Ss = *Spirorbis spirorbis*, Ét = étoiles de mer), par secteur (Tracadigache et Gaspé) et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage de la série 2002. 42

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Analyse de coûts des activités de captage du naissain de pétoncles. 65

Annexe 2. Dates d'immersion et de récupération et nombre de filières récupérées par secteur et série, pour les différents suivis du captage. 69

Annexe 3. Température moyenne mensuelle (°C ± écart-type) pour les secteurs Tracadigache, Centre (par station) et Gaspé, de 2001 à 2004. 71

Annexe 4. Isogramme vertical et saisonnier de A) la température (°C), B) la salinité et C) la fluorescence (µg/l) dans la baie Tracadigache, à proximité de la station T-6 (site 11 du MAPAQ) en 2003. 72

Annexe 5. Isogramme vertical et saisonnier de A) la température (°C), B) la salinité et C) la fluorescence (µg/l) dans la baie de Gaspé, à proximité de la station G-6 (site 10 du MAPAQ), en 2003. 73

Annexe 6. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison du nombre de pétoncles spp. (transformation en ln) captés entre les stations, les durées d'immersion (trois et dix mois) et les séries (1999 à 2001), pour le suivi de la couverture spatiale du captage. 74

Annexe 7. Proportion relative moyenne (% ± erreur-type) des pétoncles géants par secteur, station, série et profondeur (effet de la profondeur seulement), après 10, 12 et 14 mois d'immersion lors des différents suivis du captage. 75

Annexe 8. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants (transformation en ln) ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les stations et les séries (1999 à 2001), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 76

Annexe 9. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les stations et les secteurs, après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002. 77

Annexe 10. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les stations, les durées d'immersion (10, 12 et 14 mois), pour le suivi de la couverture spatiale du captage des séries 2002 et 2003. 78

Annexe 11. Taille standardisée moyenne (mm ± erreur-type) des pétoncles et nombre mesurés par station, secteur et série (1999 à 2003), après 3, 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 79

Annexe 12. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles spp. captés entre les stations, les secteurs et les séries (1999 à 2001), après trois mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 82

Annexe 13. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles géants ou des pétoncles

d'Islande captés entre les stations et les séries (1999 à 2001), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage. 83

Annexe 14. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles géants ou des pétoncles d'Islande captés entre les stations, les secteurs et les séries, après 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage..... 85

Annexe 15. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison du nombre de pétoncles spp. (transformation en ln), de pétoncles géants (transformation en ln) ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les profondeurs, les secteurs et les séries (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. 87

Annexe 16. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles géants ou des pétoncles d'Islande captés entre les profondeurs, les secteurs et les séries (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. 89

Annexe 17. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande captés entre les dates d'immersion (jour), les secteurs et les séries, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage. 90

Annexe 18. Liste et classification des taxons présents dans les capteurs de pétoncles immergés en Gaspésie de 1999 à 2004. 91

Annexe 19. Abondance volumétrique relative moyenne (%) des taxons captés par secteur, série (1999 à 2003) et durée d'immersion (3, 10, 12 et 14 mois), pour le suivi de la couverture spatiale du captage. 93

Annexe 20. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) des taxons captés par secteur (Tracadigache et Gaspé) et durée d'immersion (10 et 14 mois), pour le suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002. 95

Annexe 21. Abondance volumétrique relative moyenne (%) des taxons captés par secteur, série (2002 et 2003) et profondeur des capteurs (de 15 à 21 m ou de 9 à 15 m), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur..... 96

Annexe 22. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) des taxons captés par secteur et profondeur, après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur de la série 2002. 98

Annexe 23. Abondance volumétrique relative moyenne (%) des taxons captés par secteur, série (2002 et 2003) et date d'immersion (1 = mi-août, 2 = début septembre, 3 = mi-septembre, 4 = début octobre, 5 = mi-octobre, 6 = début novembre), après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage..... 100

Annexe 24. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) des taxons captés par secteur et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage de la série 2002..... 102

RÉSUMÉ

Brulotte, S., B. Thomas, H. Bourdages, M. Giguère et M. Boudreau. 2010. Captage de naissain de pétoncles sur la rive sud de la Gaspésie (Québec) de 1999 à 2004. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2889 : xii + 103 p.

Des efforts ont été déployés au cours de la dernière décennie pour évaluer le potentiel d'élevage du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus,* et du pétoncle d'Islande, *Chlamys islandica*, sur la rive sud de la Gaspésie. Les résultats des travaux réalisés de 1999 à 2004 traitent de la distribution du naissain de pétoncles et autres espèces associées entre la baie Tracadigache et la baie de Gaspé, leur distribution dans la colonne d'eau et leur fenêtre temporelle de captage. À cela s'ajoutent des informations sur le milieu marin (température et salinité) et l'état du développement gonadosomatique du pétoncle géant. Les stations sont regroupées en trois secteurs, soit baie Tracadigache (8 stations), baie de Gaspé (9 stations) et Centre (7 stations réparties le long de la côte entre Tracadigache et Gaspé). Des capteurs ont été immergés à la fin août, début septembre de 1999 à 2003. Ils ont été récupérés après 3, 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion. Les résultats obtenus montrent que la ponte chez le pétoncle géant semble s'effectuer au cours des deux dernières semaines du mois d'août en Gaspésie. Des pétoncles géants et d'Islande ont été captés à toutes les stations échantillonnées. Les succès de captage des deux espèces de pétoncles diffèrent d'une station à l'autre, mais ne diffèrent généralement pas significativement d'une année à l'autre. Les stations des baies Tracadigache et de Gaspé ont été les plus favorisées pour les nombres de pétoncles captés. Le rapport entre l'abondance des deux espèces de pétoncles varie en fonction des stations et des années, toutefois, dans bien des cas, le pétoncle géant domine à Tracadigache et parfois à Gaspé. L'abondance du naissain diminue avec la durée d'immersion des capteurs. Une attrition importante est survenue dans la baie Tracadigache entre 3 et 10 mois d'immersion. Une diminution des effectifs des pétoncles géants est aussi observée entre 10 et 14 mois d'immersion à tous les secteurs. Ces pertes sont possiblement expliquées par le décrochage des pétoncles des capteurs et leur prédation. Par ailleurs, l'intensité du captage annuel ne semble pas en lien avec la hauteur des capteurs dans la colonne d'eau ou avec la thermocline, même si, dans quelques cas, les tendances observées semblent supporter cette hypothèse. Le pic de captage des pétoncles se situe probablement à la mi-octobre. La croissance des pétoncles varie en fonction de l'espèce, du site et de l'année. Elle est plus rapide chez le pétoncle géant que chez le pétoncle d'Islande et plus rapide aux secteurs Centre et Gaspé qu'à Tracadigache. Des salissures tapissent souvent les capteurs, mais leur abondance fluctue avec le temps et le secteur. Une grande diversité d'espèces est trouvée dans les capteurs, soit une quarantaine de taxons. Les espèces dominantes sont *Hiatella arctica*, *Mytilus* spp. et des hydrozoaires. Des prédateurs, dont *Asterias rubens*, *Cancer irroratus* et *Hyas* spp. sont observés dans les capteurs. Les étoiles sont les prédateurs les plus abondants. La fenêtre de captage de la plupart de ces espèces coïncide avec celle des pétoncles.

ABSTRACT

Brulotte, S., B. Thomas, H. Bourdages, M. Giguère et M. Boudreau. 2010. Captage de naissain de pétoncles sur la rive sud de la Gaspésie (Québec) de 1999 à 2004. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2889 : xii + 103 p.

Efforts have been deployed over the last decade to assess the breeding potential of sea scallops, *Placopecten magellanicus,* and Iceland scallops, *Chlamys islandica,* on the south shore of the Gaspé Peninsula. Results from the work performed between 1999 and 2004 concern scallop spat distribution and other related species between the Bay of Tracadigache and the Bay of Gaspé, their distribution in the water column and their available temporal window for collection. In addition, data was collected on the marine environment (temperature and salinity) and the sea scallop's gonadosomatic development status. Stations were divided into three sectors: Bay of Tracadigache (8 stations), Bay of Gaspé (9 stations) and Centre (7 stations along the coast between Tracadigache and Gaspé). Spat collectors were submerged in late August, early September between 1999 and 2003. They were recovered after being submerged 3, 10, 12, 14 and 22 months. Results revealed that the spawning period for sea scallops appears to occur during the last two weeks of August in the Gaspé Peninsula. Sea and Iceland scallops were captured at every station sampled. Spat collection success for both scallop species was different from one station to another, but was not significantly different from one year to the next. Stations in the Bay of Tracadigache and the Bay of Gaspé had the highest number of captured scallops. The ratio between the abundance of the two scallop species varied based on the station and year. However, in many cases, sea scallops dominated in Tracadigache and sometimes in Gaspé. Spat abundance in the collectors decreased with their soak time. Significant attrition occurred in the Bay of Tracadigache between 3 and 10 months of soak time. A drop in the number of sea scallop specimens was also observed between 10 and 14 months of soak time in all sectors. These losses are likely the result of scallops releasing from the collectors and their predation. Furthermore, the intensity of the annual spat collection does not seem consistent with the depth of the collectors in the water column or with the thermocline, even if in some cases the trends observed appear to support this theory. The peak of settlement for spat scallops occurred at mid-October. Scallop growth varied according to the species, location and year. It was faster for sea scallops than Iceland scallops and faster in the Centre and Gaspé sectors than in Tracadigache. Fouling often covered the collectors, but their abundance fluctuated over time and based on the sector. A wide range of species was found in the collectors, around 40 taxa. The dominant species were *Hiatella arctica*, *Mytilus* spp. and hydrozoans. Predators, such as *Asterias rubens*, *Cancer irroratus* and *Hyas* spp. were observed in the collectors. Starfish were the most abundant predator. The available window for most of these species coincided with that of the scallops.

1 INTRODUCTION

L'approvisionnement en milieu naturel de naissain de pétoncles est la méthode privilégiée dans plusieurs pays pour fournir les élevages commerciaux (Gwyther *et al.* 1991, Kalashnikov 1991, Parsons 1991, Román 1991, Giguère *et al.* 1995, Cliche *et al.* 2001 et 2003b, Anderson *et al.* 2003, Campos et Cano 2003, Louro *et al.* 2003, Dionne *et al.* 2004). Les Japonais ont été parmi les premiers, vers 1935, à effectuer le captage du pétoncle *Patinopecten yessoensis* avec des substrats naturels (Ventilla 1982). Par ailleurs, les substrats synthétiques ont commencé à être utilisés durant les années 1950-1960 (Dionne *et al.* 2004). Aujourd'hui, le capteur est généralement fait d'une enveloppe de polyéthylène ajouré (en filet) et rempli d'un support permettant la fixation du naissain fait de filet maillant, de membranes de polyéthylène ou de filet en thermoplastique (ex. Netron™). Au cours des années, les techniques ont été adaptées selon le type d'habitat où s'effectue le captage (Ito 1991). Au Canada, c'est à Terre-Neuve que la culture du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus,* a été mise au point dans les années 1970, celle-ci s'inspirant des techniques japonaises (Naidu 1978, Young-Lai et Aiken 1986, Naidu *et al.* 1989, Dabinett et Couturier 1994). Les étapes suivies consistaient alors à capter le naissain naturel, puis à le faire grossir dans des structures d'élevage maintenues en suspension. Au cours des deux dernières décennies, des essais d'élevage ont également été réalisés en Nouvelle-Écosse (Dadswell *et al.* 1988, Dadswell et Parsons 1991), au Nouveau-Brunswick (Wildish *et al.* 1988) et surtout au Québec (Bonardelli 1984, Gaudet 1994, Cliche et Giguère 1998, Cliche *et al.* 2002 et 2003a, Girault *et al.* 2005, Brulotte *et al.* 2008). Durant cette période, le Québec a exploré deux voies, soit celle favorisant le captage naturel suivi d'un ensemencement sur le fond, développée aux Îles-de-la-Madeleine, ainsi que celle optant pour l'utilisation de pétoncles provenant d'une écloserie et élevés dans des structures suspendues dans la colonne d'eau, utilisée en Basse-Côte-Nord (Cliche et Giguère 1998, Cliche *et al.* 1999, Nadeau et Tita 2005, Cyr 2006, Cyr *et al.* 2007).

En Gaspésie, plus particulièrement dans la baie des Chaleurs et la baie de Gaspé, la pêche commerciale aux pétoncles se pratique depuis plusieurs décennies (MPO 2007). Malgré une diminution évidente des stocks au cours des années, cette activité se poursuit toujours, principalement dans les secteurs de Bonaventure, Paspébiac, Newport, Chandler, baie La Malbaie et baie de Gaspé. La persistance de ces gisements de pétoncle géant et de pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*), suffisamment denses pour soutenir des activités de pêche viables, nécessite un approvisionnement continu en juvéniles. La provenance de cet approvisionnement, à savoir local ou externe, a suscité et suscite encore l'intérêt de quelques équipes de recherche.

Les premières études sur l'élevage du pétoncle géant en Gaspésie ont été effectuées au milieu des années 1980 par des promoteurs privés ainsi qu'au début des années 1990 par des équipes universitaires participant au programme Ocean Production Enhancement Network (OPEN). Ces différents projets visaient à caractériser les conditions du milieu environnant (Bonardelli 1994), les gisements de pétoncles (Stokesbury et Himmelman 1993 et 1995, Claereboudt et Himmelman 1996), le cycle reproducteur (Bonardelli 1994, Bonardelli et Himmelman 1995, Bonardelli *et al.* 1996), le succès de captage (Bonardelli 1987) et les conditions de préélevage (Coté *et al.* 1993 et 1994, Claereboudt *et al.* 1994). Différentes études démontraient la possibilité de capter des pétoncles d'Islande en abondance dans la région de Port-Daniel, mais laissaient douter de la possibilité de capter de grandes quantités de pétoncles géants en eaux gaspésiennes (Bonardelli 1984 et 1987, Harvey *et al.* 1995, Stokesbury et Himmelman 1995). Les faibles succès de

captage du pétoncle géant ont mis un frein durant plusieurs années au déploiement de la pectiniculture en Gaspésie, car cette espèce était la seule visée pour la mise en place d'une industrie pectinicole (Giguère *et al.* 1995, Harvey *et al.* 1995, Cliche et Giguère 1998, Cliche *et al.* 1999, Thomas *et al.* 2002b).

De nouveaux essais de captage de pétoncles réalisés en 1999, 2000 et 2001 dans la baie de Gaspé et le long de la côte de la baie des Chaleurs, par le Centre aquacole marin de Grande-Rivière (CAMGR) en collaboration avec Pêches et des Océans Canada (MPO), se sont avérés toutefois plus prometteurs pour l'avancement de la pectiniculture gaspésienne. Les résultats de ces travaux, présentés de façon préliminaire et sommaire dans Larrivée et Giguère (2000), Thomas *et al.* (2002a, 2002b, 2003, 2005a et 2005b) ainsi que dans Giguère *et al.* (2005 et 2007) sont détaillés dans ce document.

Ces derniers résultats ont incité les partenaires de l'industrie et les instances gouvernementales, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), le MPO et la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM), à poursuivre, de 2002 à 2004, les travaux sur le captage du naissain de pétoncles dans la baie Tracadigache et la baie de Gaspé où les succès de captage étaient élevés. Les travaux réalisés de 1999 à 2004 avaient pour objectifs : 1) de localiser des sites où les nombres de pétoncles géants et d'Islande captés étaient maximaux, 2) de connaître l'intensité du captage de pétoncles en fonction de la hauteur des capteurs dans la colonne d'eau, 3) d'évaluer la fenêtre temporelle et le pic de captage des pétoncles, 4) d'estimer la croissance, la survie et les pertes des pétoncles après 3, 10, 14 et 22 mois dans les capteurs et 5) d'évaluer les salissures présentes sur les capteurs et l'abondance des espèces associées captées, dont les prédateurs potentiels. Une analyse de coûts des activités de captage de pétoncles a également été réalisée (Annexe 1).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 LOCALISATION DES STATIONS

Les stations d'échantillonnage ont été réparties le long de la côte sud de la Gaspésie, de la baie Tracadigache à la baie de Gaspé (Figure 1). Les stations ont été regroupées sous trois secteurs, soit la baie Tracadigache, le centre de la baie des Chaleurs, ce dernier incluant la baie La Malbaie, et finalement la baie de Gaspé.

Le secteur Tracadigache s'étendait de Miguasha (municipalité de Nouvelle) à Carleton-sur-Mer et comptait, selon l'année d'échantillonnage, jusqu'à 8 stations (T-1 à T-8) disposées sur une grille assez régulière (environ 2,2 km entre les stations) à des profondeurs variant entre 15 et 23 m. Le secteur Centre regroupait les stations de New Richmond (C-1), Bonaventure (C-2), Paspébiac (C-3), Chandler (C-4), Grande-Rivière (C-5), Coin-du-Banc (C-6) et Barachois (C-7). Aux stations du secteur Centre, la profondeur d'eau variait de 9 à 16 m. Finalement, le secteur Gaspé comptait 9 stations (G-1 à G-9) réparties de part et d'autre de la baie, entre Douglastown (municipalité de Gaspé) et le cap du Petit Gaspé. La profondeur d'eau à ces stations variait de 12 à 19 m.

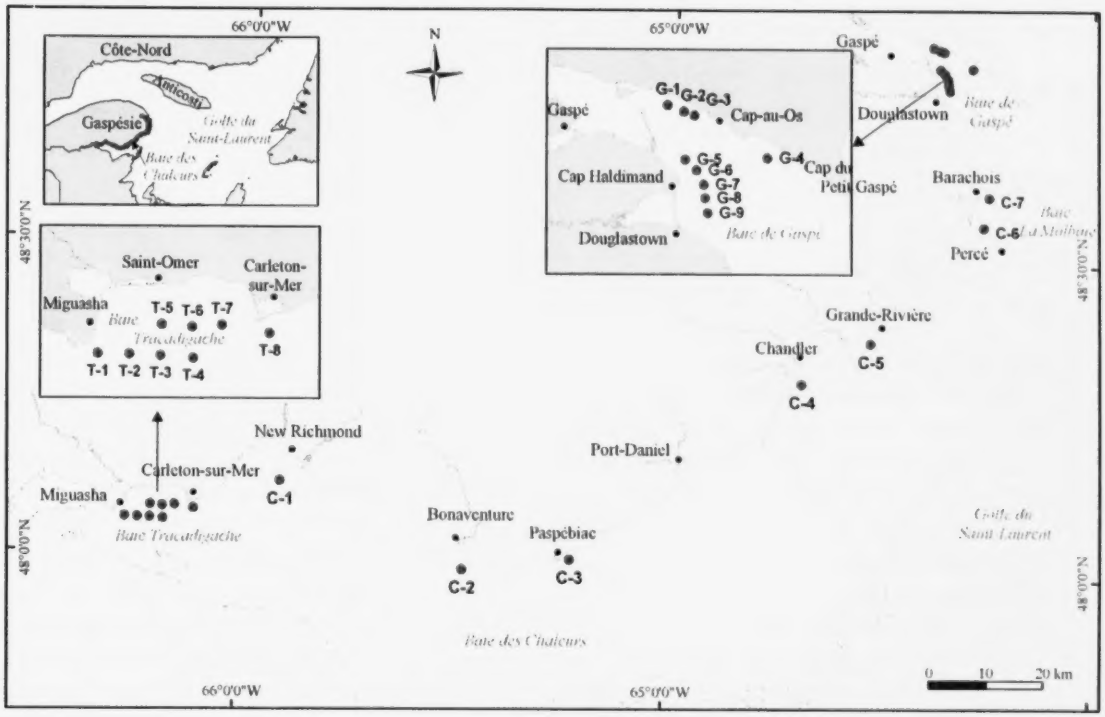


Figure 1. Localisation des stations utilisées (point rouge) pour le captage de naissain de pétoncles de 1999 à 2004 dans les secteurs Tracadigache (T), Centre (C) et Gaspé (G).

2.2 DESCRIPTION DES DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Deux types de dispositifs expérimentaux ont été utilisés pour le captage de pétoncles, soit la filière horizontale et la filière verticale. La filière horizontale était composée d'une ligne de fond de 100 m de long. Trois capteurs étaient attachés à 2 m du fond et ancrés à un bloc de ciment à 10 m d'intervalle, dans la portion centrale de la ligne de fond (Figure 2). Ce design a été retenu, entre autres, parce que la hauteur de 2 m est considérée optimale pour le captage de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine (Giguère *et al.* 1995, Cliche et Giguère 1998). Deux blocs de ciment posés à chaque extrémité de la ligne de fond permettaient de la maintenir tendue.

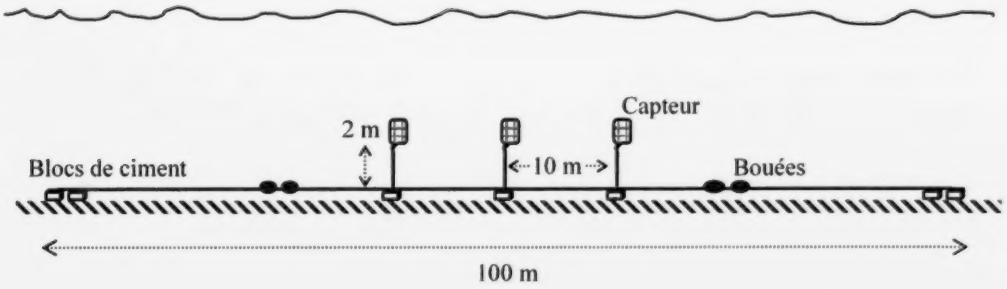


Figure 2. Schéma d'une filière horizontale utilisée pour le captage de naissain de pétoncles de 1999 à 2004.

La filière verticale était composée d'une ligne de fond horizontale de 100 m, sur laquelle étaient attachées 3 lignes verticales d'environ 10 m chacune (Figure 3). Ces lignes verticales, distantes de 10 m l'une de l'autre, étaient ancrées au fond à l'aide de deux blocs de ciment. Au bout de chaque ligne verticale était fixée une bouée rigide de 20 cm pour assurer une bonne flottabilité à l'ensemble. Chaque filière verticale comptait 12 capteurs, soit 4 capteurs par ligne verticale, attachés à 2, 4, 6 et 8 m à partir du fond. La profondeur des capteurs à partir de la surface était de 15 à 21 m à Tracadigache (profondeur totale de 23 m) et de 9 à 15 m à Gaspé (profondeur totale de 17 m). Afin de faciliter la récupération des deux types de filières, deux petites bouées étaient ajoutées à environ 30 m à chacune des extrémités de la ligne de fond.

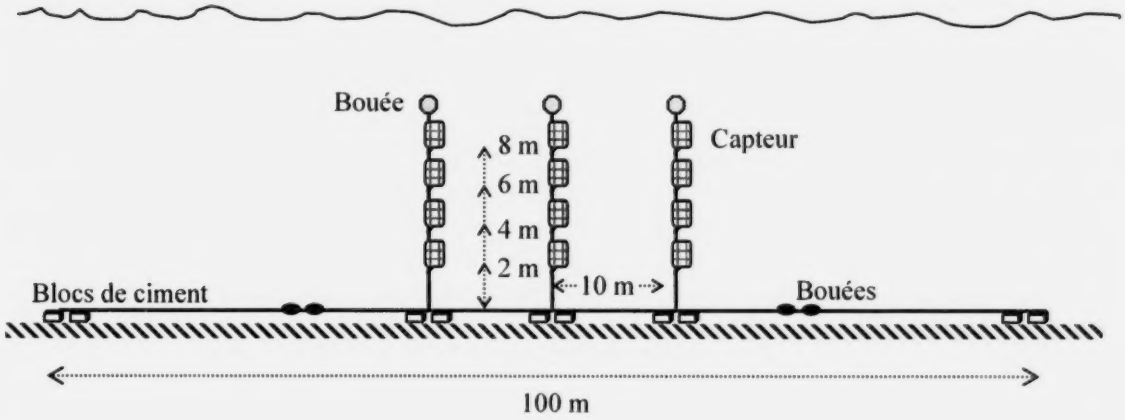


Figure 3. Schéma d'une filière verticale utilisée pour le captage de naissain de pétoncles de 2002 à 2004.

Chaque capteur était composé de 4 bandes cylindriques (0,4 m par 0,8 m) de filet en thermoplastique Netron™ insérées dans une enveloppe (0,42 m par 0,90 m de type japonais) ajourée avec un maillage de 3,0 mm. Les bandes de filet étaient insérées dans l'enveloppe de façon à maximiser le volume occupé, à l'exception des capteurs immergés en 2003 où cette procédure a été négligée. Chaque capteur a été identifié à l'aide d'une étiquette numérotée, celle-ci étant attachée au Netron™. Afin d'augmenter la flottabilité du capteur et de le maintenir

à la profondeur désirée, une petite bouée de seine (12 cm par 6 cm) a été insérée à l'intérieur de chaque capteur avant de le fermer et de l'attacher à la ligne. Chaque filière et chaque ligne ont été identifiées à l'aide d'une étiquette.

Un total de 1 078 capteurs, répartis sur 328 filières horizontales et 8 filières verticales, ont été immergés de 1999 à 2003 à raison de 3 capteurs par filière horizontale et de 12 capteurs par filière verticale. Il n'y a eu qu'une seule exception, lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage à la station G-6, où seulement un capteur a été installé sur une des filières immergées le 29/10/2002. Sur l'ensemble des années, 45 filières horizontales (135 capteurs) et 3 filières verticales (36 capteurs) ont été perdues.

L'installation et la récupération des filières ont été faites à partir de quatre navires, soit l'Aquilon IV, le Jean D, le Marica et le S. P. Entrée. À la mise à l'eau des filières, les informations suivantes étaient colligées : date, numéro de la station, numéro de la filière, position de la filière, numéro des étiquettes de la filière et des capteurs, position du capteur sur la filière et hauteur du capteur pour les filières verticales. Le positionnement (latitude et longitude) de chaque filière a été effectué à l'aide d'un Loran C (en 1999 et 2000) ou d'un système de positionnement global par satellite (GPS).

2.3 IMMERSION ET RÉCUPÉRATION DES DISPOSITIFS

2.3.1 Couverture spatiale

Des filières horizontales ont été déployées pour connaître la distribution spatiale du naissain des pétoncles géants et d'Islande en Gaspésie. Des immersions ont été effectuées de 1999 à 2003. En 1999, 2000 et 2001, 4 filières horizontales ont été immergées aux 14 stations suivantes soit, T-1, T-6 et T-8 du secteur Tracadigache, C-1 à C-7 du secteur Centre et G-1, G-4, G-6 et G-7 du secteur Gaspé (Figure 1 et Tableau 1). Les filières ont été immergées entre le 19 août et le 13 septembre dépendant de la station et de la série (année) d'immersion (Annexe 2). La moitié des filières de chaque station a été récupérée en novembre après environ trois mois d'immersion et le reste aux mois de juin et juillet de l'année suivante, soit après environ dix mois d'immersion. Sauf pour la série 2000, où la récupération des filières n'a été complétée qu'à la fin août.

En 2002, l'étendue de la couverture spatiale a été restreinte aux secteurs Tracadigache et Gaspé (Figure 1 et Tableau 1). Entre le 28 août et le 4 septembre 2002, 6 filières horizontales ont été immergées aux stations T-1 à T-8 du secteur Tracadigache ainsi qu'aux stations G-1 à G-3 et G-5 à G-9 du secteur Gaspé (Annexe 2). Deux de ces filières ont été relevées à chaque station en juin 2003, après 10 mois d'immersion, 2 autres à la mi-octobre 2003, après 14 mois d'immersion, et les 2 dernières en juin 2004, après 22 mois d'immersion. Cette façon de procéder a permis de suivre dans le temps l'abondance, la croissance et la survie des pétoncles captés.

Un dernier essai a été réalisé en 2003. Les capteurs ont été immergés les 26 et 27 août 2003 à 6 stations sélectionnées parmi celles utilisées en 2002 (Annexe 2). Quatre filières horizontales ont été placées à chacune des stations T-1, T-3, T-5, G-1, G-3 et G-9 (Figure 1 et Tableau 1). Deux filières ont été récupérées à la mi-juin 2004 après 10 mois d'immersion et les 2 autres filières en août 2004 après environ 12 mois d'immersion.

Tableau 1. Nombre de filières immergées par station, secteur et série pour les différents suivis du captage de naissain de pétoncles.

Suivi et secteur	Station	Série				
		1999	2000	2001	2002	2003
Couverture spatiale (filières horizontales)						
Tracadigache	T-1	4	4	4	6	4
	T-2				6	
	T-3				6	4
	T-4				6	
	T-5				6	4
	T-6	4	4	4	6	
	T-7				6	
	T-8	4	4	4	6	
Centre	C-1	4	4	4		
	C-2	4	4	4		
	C-3	4	4	4		
	C-4	4	4	4		
	C-5	4	4	4		
	C-6	4	4	4		
	C-7	4	4	4		
Gaspé	G-1	4	4	4	6	4
	G-2				6	
	G-3				6	4
	G-4	4	4	4		
	G-5				6	
	G-6	4	4	4	6	
	G-7	4	4	4	6	
	G-8				6	
	G-9				6	4
Effet de la profondeur (filières verticales)						
Tracadigache	T-8				2	2
Gaspé	G-6				2	
	G-7					2
Fenêtre temporelle (filières horizontales)						
Tracadigache	T-6				10	10
Gaspé	G-6				10	10 [1]

[1] Deux filières ont été installées à la station G-7 (immergées le 01/09/2003) au lieu de la station G-6.

2.3.2 Effet de la profondeur

Afin d'évaluer la répartition verticale du naissain de pétoncles, des filières verticales ont été immergées en 2002 et 2003. Deux filières verticales ont été installées du 28 août au 4 septembre 2002 aux stations T-8 et G-7 et les 26 et 27 août 2003 aux stations T-8 et G-6 (Figure 1, Tableau 1 et Annexe 2). La récupération des filières a été effectuée après 10 mois d'immersion, soit en juin de l'année suivant leur installation. Le choix des stations a été fait en s'assurant que

la profondeur aux stations sélectionnées était suffisante pour que les lignes ne soient pas prises dans les glaces durant la période hivernale.

2.3.3 Fenêtre temporelle

Pour connaître la fenêtre temporelle de fixation du pétoncle géant, du pétoncle d'Islande, des espèces associées et des principaux prédateurs, des capteurs ont été immergés aux deux semaines entre la fin août et le début novembre 2002 et 2003 (Figure 1, Tableau 1 et Annexe 2). En 2002, dix filières horizontales (deux filières par date d'immersion) ont été installées aux stations T-6 du secteur Tracadigache et G-6 du secteur Gaspé, ces stations ayant eu, antérieurement, un bon succès de captage. L'expérience a été reprise en 2003 aux stations T-6 et G-7. Toutes ces filières ont été relevées après environ dix mois d'immersion.

2.4 Traitement des échantillons biologiques

2.4.1 Nettoyage des capteurs

Lors de la récupération des filières, les informations suivantes ont été colligées pour chaque capteur retrouvé soit : la date, le secteur, la station, le numéro de la filière, celui du capteur ainsi que la position du capteur sur la filière. Pour la série 2002 seulement, les capteurs d'une même filière (ou ligne pour les filières verticales) ont été regroupés côte à côte sur le pont du navire selon leur ordre sur la filière, puis photographiés. Par la suite, chaque capteur a été déposé individuellement dans un sac de plastique étanche. Les capteurs étaient transportés au laboratoire dans les plus brefs délais et gardés au froid jusqu'au moment de leur nettoyage. Le nettoyage a été effectué généralement moins de 24 heures après la récupération. L'enveloppe était retournée à l'envers et secouée au-dessus d'un tamis pour bien la vider sans toutefois inclure les salissures présentes sur l'enveloppe. Les bandes de thermoplastique ont été lavées avec un jet d'eau sous pression. Pour les séries d'immersion 1999 à 2001, les eaux de lavage des capteurs ont été tamisées sur une maille de 177 µm (3 et 10 mois d'immersion), tandis que pour les séries 2002 et 2003, une maille de 500 µm a été utilisée (10, 12, 14 et 22 mois d'immersion). Le matériel tamisé a été mis en bocaux et conservé dans de l'éthanol à 70 %, à l'exception des capteurs récupérés après 22 mois pour lesquels le matériel tamisé a été congelé.

2.4.2 Tri des capteurs

Tous les capteurs récupérés des séries 1999 et 2000 ont été triés. Par la suite, pour le suivi de la couverture spatiale, seulement trois capteurs ont été triés par série, station et durée d'immersion. Pour les deux autres suivis, trois capteurs ont été triés par série, station et profondeur (effet de la profondeur) ou date d'immersion (fenêtre temporelle). Seuls les capteurs en bon état ont été retenus pour le tri.

Le dénombrement des pétoncles a été réalisé pour chaque capteur nettoyé. Les échantillons dont le poids humide égoutté était de moins de 20 g ont été analysés en entier, les échantillons ayant un poids humide supérieur à cette valeur ont été fractionnés afin de réduire le volume de l'échantillon à traiter. Le poids du sous-échantillon était de 20 g pour les échantillons de moins de 200 g et la fraction triée correspondait à 10 % du poids total pour ceux de plus de 200 g. Le nombre total de pétoncles dans l'échantillon a été déterminé par une règle de trois (nombre de pétoncles dans le sous-échantillon divisé par le poids du sous-échantillon, puis multiplié par le

poids total de l'échantillon). Les pétoncles (géants et d'Islande) étaient dénombrés par espèce lorsque leur taille était supérieure ou égale à 1 mm et classés comme pétoncle indéterminé (soit les deux espèces confondues) lorsqu'ils mesuraient moins de 1,0 mm. Cette approche a été retenue pour accélérer l'analyse des échantillons, car la distinction entre les deux espèces est fastidieuse pour les individus de moins de 1 mm. Pour les durées d'immersion de 3 et 10 mois, le nombre de pétoncles spp. ou total est la somme des nombres de pétoncles géants, d'Islande et indéterminés. Après 14 mois d'immersion (séries 2002 et 2003), les pétoncles indéterminés n'ont pas été inclus dans les pétoncles spp. puisqu'ils provenaient d'une nouvelle cohorte de naissain.

La proportion des pétoncles géants a été calculée en divisant le nombre de pétoncles géants par la somme des nombres de pétoncles géants et d'Islande. Cette façon de faire ne tient pas compte des pétoncles indéterminés et suppose que la répartition de ces derniers est similaire à la proportion des deux espèces de pétoncles identifiées.

La taille des pétoncles présents dans les capteurs a été notée pour évaluer la croissance. Un maximum de 60 pétoncles, choisis au hasard, de chaque catégorie (pétoncle géant, pétoncle d'Islande et pétoncle indéterminé) ont été mesurés au 0,1 mm près par série, station, durée d'immersion et profondeur (effet de la profondeur) ou date d'immersion (fenêtre temporelle). La croissance journalière des pétoncles a été estimée en utilisant comme base de calcul la taille au temps (t) divisée par le nombre de jours de croissance entre la date de ponte de référence (26 août de chaque année) et la date de récupération (t) des capteurs. Ensuite, une taille standardisée a été calculée en multipliant la croissance journalière par leur âge nominal (en jours) correspondant à chaque durée d'immersion, soit 85 jours pour 3 mois d'immersion, 305 jours pour 10 mois, 365 jours pour 12 mois, 420 jours pour 14 mois et 660 jours pour 22 mois.

Les capteurs récupérés après 22 mois d'immersion de la série 2002 ont subi un traitement particulier, car la majorité des enveloppes étaient très endommagées et percées. Dans ce cas-ci, le dénombrement des pétoncles n'a pas été effectué compte tenu de l'état des capteurs et de la perte probable de plusieurs individus. Tous les pétoncles vivants récupérés ont cependant été mesurés.

2.4.3 Salissures et espèces associées

Une évaluation des salissures présentes sur les enveloppes a été réalisée pour les capteurs de la série 2002 à partir des photographies prises lors de leur sortie de l'eau. La méthode consistait à superposer une grille de 10 x 16 cellules (soit 160 cellules et 135 intersections) sur la photographie de chaque capteur, de telle sorte que la grille couvre l'ensemble du capteur (Figure 4). Les cellules et les intersections situées à l'extérieur de l'enveloppe ont été retranchées pour la suite des analyses. Deux types de mesures ont été effectués soit, 1) l'évaluation de la superficie des trous sur les enveloppes en dénombrant les cellules occupées à plus de 50 % par un trou par rapport au nombre total de cellules retenues et 2) une évaluation des salissures sur l'enveloppe sous chaque intersection selon les critères suivants : propre, sale ou trouée.

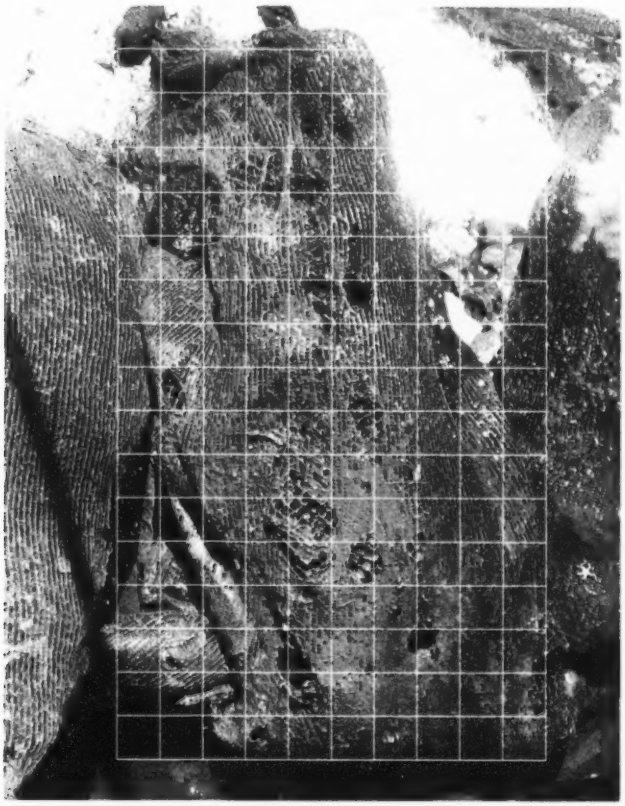


Figure 4. Exemple d'un capteur et de la grille utilisée pour l'évaluation des salissures ou de l'état des enveloppes des capteurs.

Une seconde méthode a permis de quantifier le poids des salissures présentes sur les enveloppes. Cette méthode a été utilisée avec les capteurs de la série 2002 de l'effet de la profondeur (10 mois d'immersion), ainsi qu'avec trois capteurs provenant de chacune des stations T-2, T-7, G-2 et G-6 récupérés après 14 mois. Le nettoyage des capteurs a été effectué comme décrit à la section 2.6.1 sauf que l'enveloppe a été conservée avec les salissures présentes et congelée pour analyse ultérieure. Chaque enveloppe a, par la suite, été séchée à 70 °C durant 48 h et pesée au 0,1 g près.

Une évaluation qualitative (abondance volumétrique relative) des taxons présents dans les capteurs a été effectuée à toutes les séries. La méthode était basée sur le volume occupé par chaque taxon dans l'échantillon d'un capteur. Cette méthode donnait une idée de l'abondance du taxon comparé aux autres, mais était dépendante de la taille des individus; les gros individus occupant un volume plus important que les petits individus. Les bivalves ont été identifiés à l'espèce, les crustacés à l'ordre et les autres groupes généralement à l'embranchement ou à la classe.

Dans quelques cas, un dénombrement de tous les taxons présents a été fait, excluant les algues, les hydrozoaires et les bryozoaires. Cette évaluation a été réalisée pour tous les capteurs triés des suivis de l'effet de la profondeur et de la fenêtre temporelle de la série 2002. De plus, 6 capteurs provenant de la couverture spatiale de la série 2002, soit 2 capteurs récupérés après 10 mois

(stations T-6 et T-8) et 4 capteurs récupérés après 14 mois d'immersion (stations T-8 et G-7) ont été analysés. Le dénombrement des espèces présentes dans ces capteurs a été effectué sur des échantillons fractionnés. Les nombres de pétoncles géants obtenus pour la totalité du capteur et dans l'échantillon fractionné ont servi de base pour le calcul des effectifs totaux de chaque espèce à partir d'une règle de trois.

Pour les capteurs récupérés après 22 mois d'immersion (série 2002), les prédateurs présents dans les capteurs, soit les crabes et les étoiles de mer, ont été dénombrés et mesurés. Le rayon a été utilisé pour les étoiles de mer et la largeur de la carapace pour le crabe commun (*Cancer irroratus*) et les crabes lyres (*Hyas* spp.).

2.5 PARAMÈTRES PHYSICOCHIMIQUES

De 2001 à 2004, la température de l'eau a été mesurée à certaines stations où les essais de captage de pétoncles ont été réalisés. Au début de septembre 2001, 17 thermographes (14 Onset, modèle Hobo Pendant H01 et 3 Vemco, modèle Minilog-TR) ont été installés sur les filières, à raison d'au moins un thermographe par station. Le pas d'échantillonnage de ces thermographes était de quatre heures. Un de ces thermographes a été perdu (station C-2), trois thermographes ont été récupérés après 3 mois (stations T-8, G-1 et G-7) et tous les autres après 10 mois d'immersion.

Dix thermographes (Vemco, modèle Minilog-TR), programmés avec un pas d'échantillonnage de deux ou quatre heures, ont été installés entre le 28/08 et le 04/09/2002 aux stations T-2, T-6, G-1, G-2, G-5 et G-6. Trois de ces thermographes ont été récupérés après 14 mois d'immersion, six après 22 mois et un a été perdu. Un thermographe a également été installé sur chaque filière verticale immergée en 2002 dans les secteurs Tracadigache et Gaspé. Trois de ces thermographes ont été récupérés après 10 mois d'immersion et le quatrième a été perdu.

Finalement, six thermographes (Onset, modèle Hobo Pendant H01) ont été immergés les 26 et 27/08/2003 aux stations T-1, T-3, T-5, G-1, G-3 et G-9 et deux autres ont été installés sur les filières verticales. Le pas d'échantillonnage était de quatre heures. Cinq (5) thermographes ont été récupérés après 10 mois et 2 autres après 12 mois d'immersion. Le thermographe de la station G-9 a été perdu.

Tous les thermographes ont été installés à 2 m du fond. Les données de températures acquises sont présentées sous forme de moyenne journalière par secteur de captage, sauf pour le secteur Centre où 3 stations (C-1, C-4 et C-7) ont été retenues pour représenter les 300 km de côte de ce secteur.

2.6 INDICE GONADOSOMATIQUE DU PÉTONCLE GÉANT

Des pétoncles géants ont été récoltés à la drague lors des périodes estivales de 1999 à 2003 afin de déterminer le moment de leur ponte et d'estimer la date optimale pour l'immersion des capteurs. Ces pétoncles ont été recueillis lors d'activités de pêche commerciale menées le long de la côte sud de la Gaspésie, entre Bonaventure et la baie de Gaspé. Les échantillons ont été regroupés en deux zones selon leur provenance, soit 1) de Bonaventure à Chandler et 2) les baies La Malbaie et de Gaspé. La fréquence d'échantillonnage a varié en fonction du patron de pêche selon l'année. La période d'échantillonnage débutait habituellement en juillet et se poursuivait jusqu'à la fin août.

Chacun des échantillons comptait 15 pétoncles adultes des deux sexes, de taille supérieure à 90 mm. La taille (ou la hauteur) de chaque pétoncle a été mesurée au 1 mm près, cette taille est définie comme étant la mesure de la charnière à la marge opposée. Par la suite, le pétoncle a été pesé entier (poids vif) au 0,1 g près et disséqué de façon à séparer le muscle et la gonade des autres viscères. Ces éléments étaient égouttés durant deux minutes sur un papier absorbant, puis pesés au 0,1 g près. Un indice gonadosomatique (IGS) a été déterminé en mettant en rapport le poids humide de la gonade avec ceux du muscle et des viscères restants :

$$IGS = \frac{\text{poids de la gonade}}{\text{poids du muscle} + \text{poids des viscères}} \times 100$$

2.7 ANALYSES STATISTIQUES

Les logiciels Axum (Mathsoft, version 5.0) et ArcMap (ESRI, ArcGys version 8.2) ont servi pour le tracé des figures. Le logiciel SAS (SAS Institute Inc., version 8.2, GLM et MIXED) a été utilisé pour le traitement statistique des données.

Des statistiques descriptives ont été calculées pour la plupart des variables mesurées. L'unité d'échantillonnage retenue pour le nombre moyen de pétoncles et des espèces associées et la proportion des pétoncles géants était le capteur. La moyenne a été calculée pour chaque station (± erreur-type). Des moyennes ont également été chiffrées par secteur et série à partir des moyennes déterminées pour chacune des stations (moyenne de moyennes).

Des analyses de variance jusqu'à quatre facteurs ont été utilisées pour tester l'effet des facteurs sur les différentes variables mesurées. Les facteurs étaient soit fixes, comme la station, le secteur, la durée d'immersion et la profondeur, ou aléatoires comme la série et la filière. L'unité d'échantillonnage a été définie comme étant la filière. Dans le cas où plusieurs capteurs ont été échantillonnés pour un même traitement, la moyenne de la variable dépendante a alors été utilisée pour les analyses. Les données en nombre de pétoncles ont généralement été transformées (ln (variable brute + 1)) afin d'obtenir l'homogénéité des variances et une distribution normale des résidus sinon l'analyse était effectuée sur les données brutes. Les interactions étaient incluses dans le modèle seulement lorsqu'elles étaient significatives. Sinon, le modèle réduit était utilisé afin d'augmenter le degré de liberté de l'erreur. Lorsque les interactions étaient significatives, l'effet d'un facteur a été testé à une seule valeur de l'autre (effets simples). Les comparaisons a posteriori ont été réalisées à l'aide du test de comparaisons multiples de Tukey ou du test de contraste (Scherrer 2007). Dans tous les cas, le seuil de probabilité a été fixé à $\alpha = 0,05$. Les résultats détaillés des analyses de variance sont présentés dans les annexes.

Les variables dépendantes utilisées ont été le nombre de pétoncles spp. (géant + Islande + indéterminé), le nombre de pétoncles géants, le nombre de pétoncles d'Islande, la taille des pétoncles indéterminés, la taille des pétoncles géants et la taille des pétoncles d'Islande. La variable filière a été considérée comme un facteur bloc aléatoire pour les analyses effectuées sur la taille des pétoncles. Dans le cas de la fenêtre temporelle, l'analyse voulait vérifier si le nombre de pétoncles captés diminuait entre les différentes dates d'immersion. La variable dépendante a été la proportion du nombre de pétoncles captés aux différentes dates d'immersion par rapport à la première date :

$$\text{Porportion} = \frac{\text{nombre de pétoncles à la 1}^{re}\text{ immersion} - \text{nombre de pétoncles à la } x^{e}\text{immersion}}{\text{nombre de pétoncles à la 1}^{re}\text{ immersion}}$$

De plus, le nombre de jours entre la ponte et la date d'immersion et le nombre de jours au carré (effet quadratique) ont été inclus comme facteurs dans cette analyse.

3 RÉSULTATS

3.1 PARAMÈTRES PHYSICOCHIMIQUES

De 2001 à 2004, les températures journalières moyennes mesurées dans les secteurs Tracadigache et Gaspé varient de -2,0 °C à 14,5 °C (Figure 5). De mai à décembre, les températures sont supérieures à 0 °C, mais elles ne dépassent les 8 °C que de la fin juin au début octobre. Des températures journalières moyennes de 12,0 °C et plus sont observées durant une quarantaine de jours au cours des mois de juillet, août et septembre. Les variations journalières apparaissent, par ailleurs, plus importantes en période estivale et surtout dans le secteur Tracadigache où les eaux sont moins profondes. De plus, durant les trois automnes de suivis, la température de l'eau se refroidit moins rapidement à Tracadigache qu'à Gaspé. Les températures moyennes mensuelles mesurées aux deux mêmes secteurs sont toutefois du même ordre (Annexe 3). Des fluctuations importantes de la température sont observées en août 2003 aux secteurs Tracadigache et Gaspé, ceci entrainant, selon plusieurs auteurs, des conditions propices au déclenchement de la ponte (Bonardelli 1994, Himmelman 1995, Bonardelli *et al.* 1996, Claereboudt et Himmelman 1996, Cyr 2007).

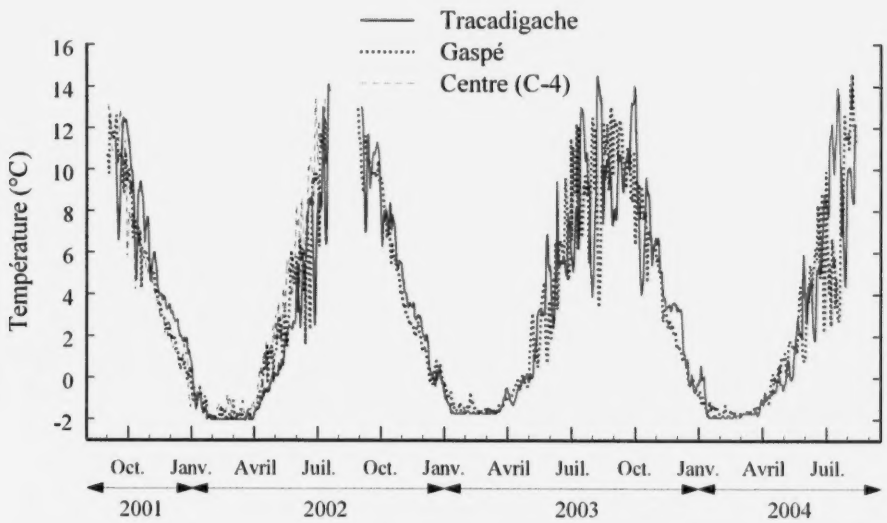


Figure 5. Température journalière moyenne à 2 m du fond pour les secteurs Tracadigache, Centre et Gaspé, de septembre 2001 à août 2004.

Les températures enregistrées aux stations C-1 et C-3, situées à l'extrémité ouest du secteur Centre, sont assez similaires à celles du secteur Tracadigache, tandis que celles observées aux stations C-6 et C-7 se rapprochent de celles du secteur Gaspé. D'autre part, les températures mesurées aux stations C-4 et C-5 semblent être un intermédiaire entre ces deux tendances (Annexe 3 et Figure 5).

Des profils de température, de salinité et de fluorescence (chlorophylle *a*), recueillis dans le cadre de projets sur la moule, ont été fournis par le MAPAQ (B. Thomas, MAPAQ Grande-Rivière) (Annexes 4 et 5). Ces profils ont été réalisés au secteur Tracadigache à proximité de la station T-6 et au secteur Gaspé à la station G-6, de la mi-mai à la mi-décembre 2003. L'instrumentation utilisée ainsi que la méthode d'échantillonnage et de traitement des données sont décrites dans Tamigneaux et Thomas (2004). En 2003, le réchauffement de l'eau est plus rapide à Tracadigache qu'à Gaspé, les variations verticales et saisonnières de la température montrent une stratification de juin à août à Tracadigache et en juillet et août à Gaspé. La salinité est assez similaire entre les deux baies avec des valeurs oscillant entre 26 et 30. Les mesures de chlorophylle prises à Tracadigache dépassent les 14 µg/l en mai, août et septembre ainsi qu'à la fin octobre. Dans la baie de Gaspé, les valeurs sont plus faibles et inférieures à 10 µg/l tout au long de l'année.

3.2 INDICE GONADOSOMATIQUE DU PÉTONCLE GÉANT

Les indices gonadosomatiques (IGS) maximaux mesurés chez des pétoncles géants au cours des étés 1999 à 2003 atteignent les 40-50 % à l'ouest de la baie des Chaleurs, soit à Bonaventure - Chandler, mais ne sont que de 20-30 % à l'est, soit à La Malbaie - Gaspé (Figure 6). À compter de la mi-août, les IGS affichent généralement plus de variabilité, suggérant ainsi le début de la ponte. La variabilité est plus marquée pour Bonaventure - Chandler où les écarts-types se chiffrent à plus de 9 %. La chute plus importante des IGS à la fin août coïnciderait avec une augmentation de l'intensité de la ponte. La nature irrégulière des calendriers et des sites d'échantillonnage ne permet pas de décrire plus précisément le patron de ponte annuel du pétoncle géant.

Le degré de précision des informations recueillies est suffisant pour déterminer la date d'immersion des capteurs, puisque selon la littérature, la métamorphose des larves et leur fixation s'effectuent de quatre à cinq semaines après la ponte (Culliney 1974, Bourne *et al.* 1989, Giguère *et al.* 1995). Mais, compte tenu des incertitudes liées à la date de ponte, le lieu de production du naissain capté et le patron de leur dispersion, il est difficile d'établir, avec précision, la date de naissance des pétoncles et de suivre leur croissance journalière. Il a été décidé d'attribuer une date nominale unique de naissance, soit le 26 août de chaque année, à tous les pétoncles captés aux stations expérimentales. Cette date de référence est utilisée pour calculer la croissance journalière du naissain.

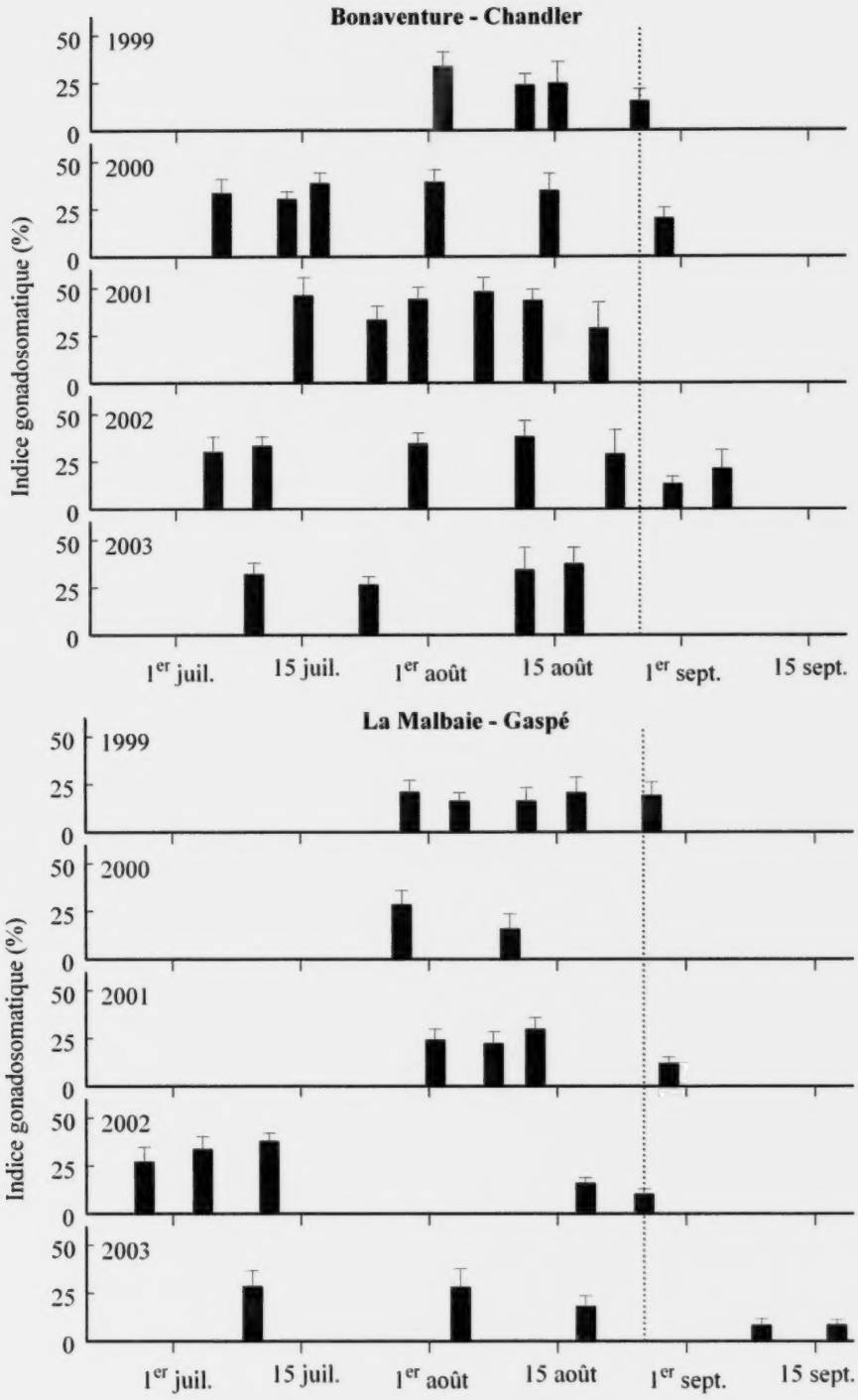


Figure 6. Indice gonadosomatique moyen (± écart-type) du pétoncle géant par date d'échantillonnage de 1999 à 2003 pour Bonaventure - Chandler et La Malbaie - Gaspé. La ligne verticale en pointillé identifie la date nominale de ponte, soit le 26 août.

3.3 CAPTAGE ET CROISSANCE DES PÉTONCLES

3.3.1 Couverture spatiale

Nombre de pétoncles

Les données des séries 1999 à 2001 ont été utilisées pour discerner les meilleurs sites de captage. Ces travaux démontrent qu'après trois mois d'immersion, les nombres moyens des pétoncles spp. varient de 269 à 17 684 pétoncles/capteur selon la station (Figure 7). Les valeurs les plus élevées sont obtenues aux stations T-1, T-6 et T-8 à Tracadigache, à la station C-1 au Centre et aux stations G-1, G-4, G-6 et G-7 à Gaspé. Les nombres moyens de pétoncles captés annuellement par secteur se maintiennent généralement aux environs de 12 000, 3 000 et 6 000 pétoncles/capteur respectivement pour les secteurs Tracadigache, Centre et Gaspé (Tableau 2). Le secteur Tracadigache échappe toutefois à cette tendance avec une moyenne d'environ 4 900 pétoncles/capteur à la série 2001. Mais dans l'ensemble, le nombre moyen de pétoncles captés pour toutes les stations confondues reste relativement stable au cours de ces années, soit entre 4 931 et 5 924 pétoncles/capteur après 3 mois d'immersion.

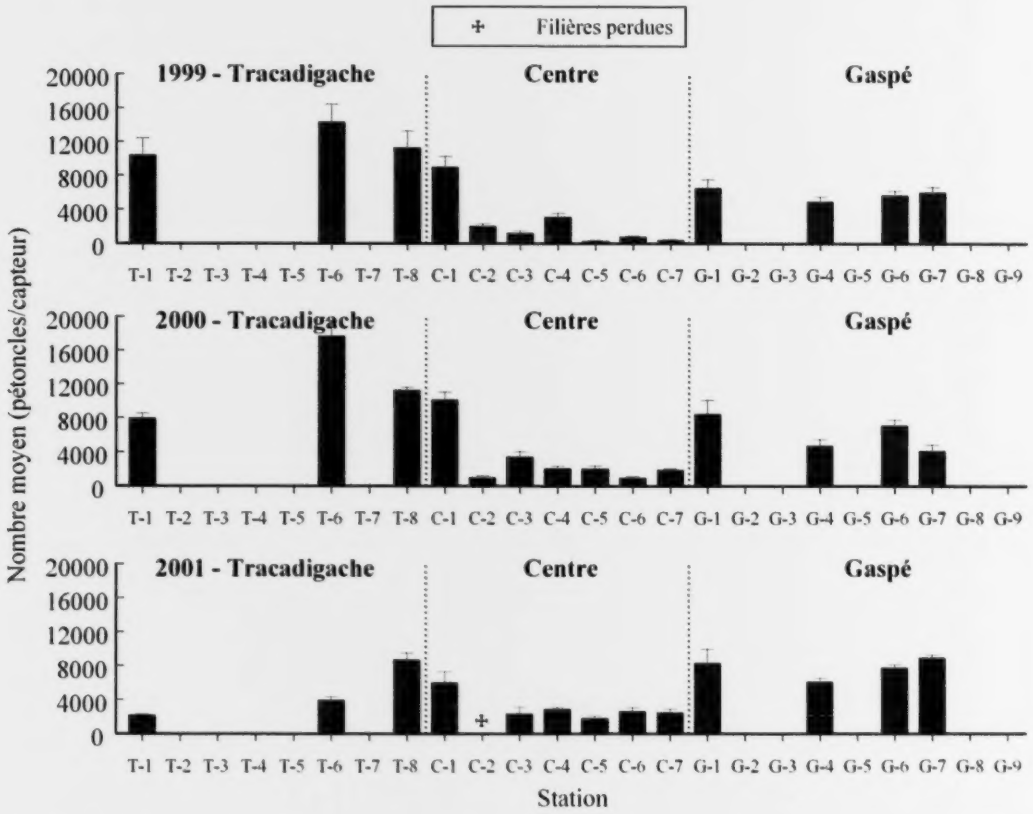


Figure 7. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (1999 à 2001), après trois mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Tableau 2. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) de pétoncles spp. par secteur et série, après trois mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Secteur	Série		
	1999	2000	2001
Tracadigache	12 053 ± 1 193	12 321 ± 2 844	4 937 ± 1 945
Centre	2 409 ± 1 170	3 068 ± 1 225	3 037 ± 616
Gaspé	5 835 ± 334	6 125 ± 1 021	7 768 ± 607
Moyenne	**5 454 ± 1 203**	**5 924 ± 1 293**	**4 931 ± 769**

Après dix mois d'immersion, les nombres moyens de pétoncles spp. varient de 111 à 12 492 pétoncles/capteur selon la station pour les séries 1999 à 2003 (Figure 8). Les stations T-6 et T-8 de Tracadigache et G-1 et G-6 de Gaspé sont généralement les plus performantes tandis que les stations les moins performantes sont bien souvent celles du secteur Centre. Le nombre moyen de pétoncles, toutes les stations confondues, varie de 1 419 à 3 353 individus/capteur selon la série (Tableau 3). Le secteur Gaspé obtient les meilleurs résultats, avec des moyennes variant de 2 041 à 6 902 pétoncles/capteur, suivi par Tracadigache, de 796 à 4 662 pétoncles/capteur, et par le secteur Centre, de 936 à 1 628 pétoncles/capteur.

Tableau 3. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) de pétoncles spp. par secteur et série, après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Secteur	Série				
	1999	2000	2001	2002	2003
Tracadigache	4 662 ± 841	1 184 ± 692	1 275 ± 733	2 427 ± 255	796 ± 345
Centre	936 ± 319	1 115 ± 243	1 628 ± 181		
Gaspé	6 073 ± 1 980	3 196 ± 514	6 902 ± 1 952	3 463 ± 355	2 041 ± 795
Moyenne	**3 353 ± 886**	**1 771 ± 354**	**3 170 ± 915**	**2 945 ± 250**	**1 419 ± 477**

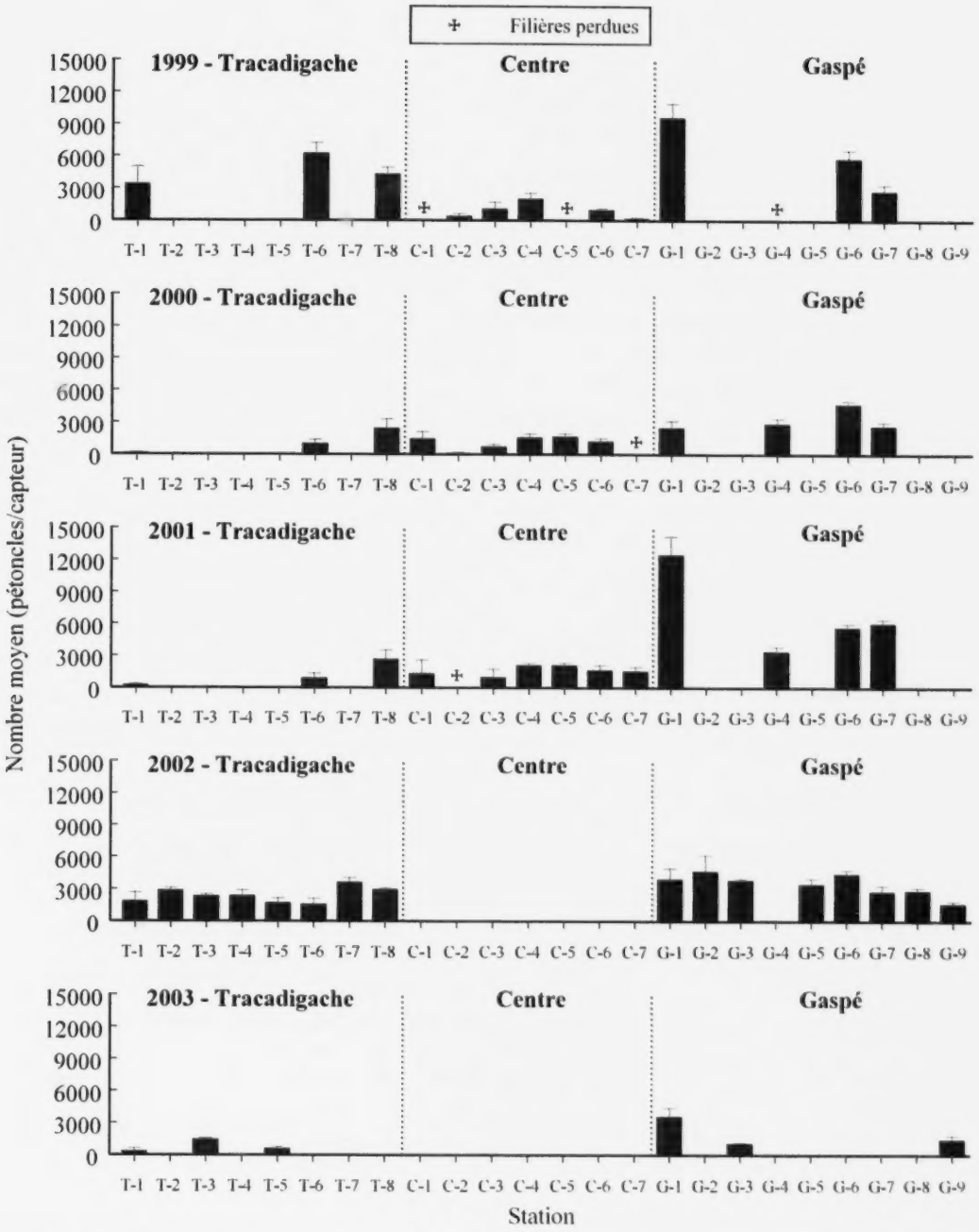


Figure 8. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (1999 à 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Après 12 ou 14 mois d'immersion (séries 2002 et 2003), le nombre moyen de pétoncles spp., encore présents dans les capteurs, varie de 9 à 935 pétoncles/capteur (Figure 9). Ces nombres sont plus élevés aux stations T-6, T-7, T-8, G-2 et G-7 de la série 2002. Le nombre moyen, toutes les stations confondues, est similaire pour les deux séries, soit 321 et 369 pétoncles/capteur respectivement (Tableau 4). Le secteur Gaspé obtient les meilleurs résultats, avec 394 et 485 pétoncles/capteur, comparativement à 266 et 291 pétoncles/capteur à Tracadigache respectivement pour les séries 2002 et 2003.

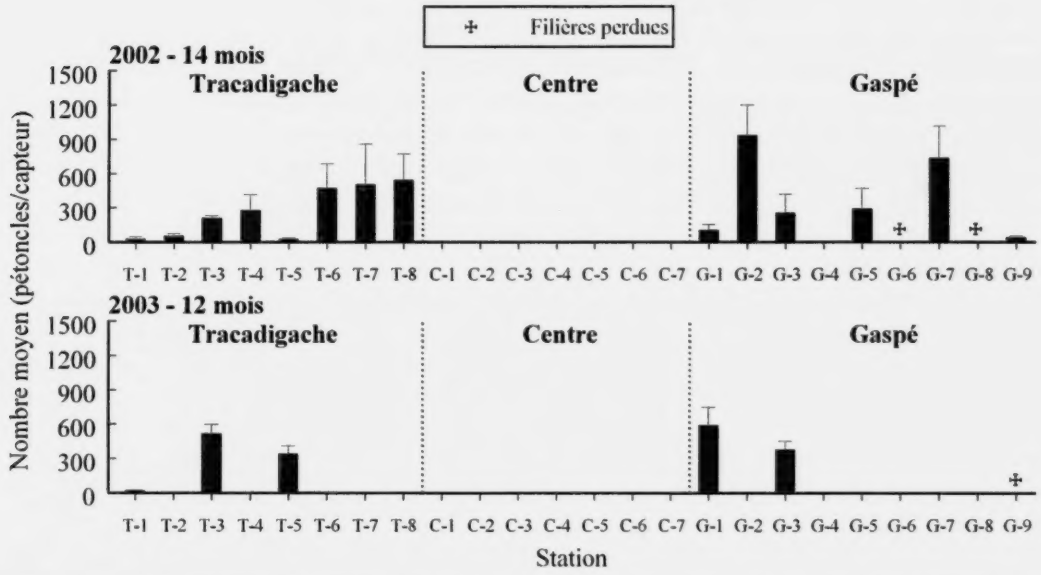


Figure 9. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 12 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Tableau 4. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) de pétoncles spp. par secteur et série, après 12 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Secteur	Série	
	2002 (14 mois)	2003 (12 mois)
Tracadigache	265,7 ± 77,9	290,9 ± 149,7
Gaspé	394,1 ± 146,5	485,0 ± 105,0
Moyenne	**320,7 ± 75,6**	**368,5 ± 100,4**

Les résultats des analyses de variance sur les nombres de pétoncles spp. après trois et dix mois d'immersion montrent qu'il n'y a pas d'effet de la série (1999 à 2001), mais que la durée d'immersion et la station ont un effet et qu'il y a une interaction significative entre la station et la durée (Annexe 6). Étant donné la présence d'une interaction significative, les données sont comparées en fixant un des facteurs (effets simples). Pour les stations situées le plus à l'ouest,

soit de T-1 à C-3, il y a un effet significatif de la durée d'immersion, les nombres de pétoncles dans les capteurs étant plus faibles après dix mois qu'après trois mois d'immersion (Annexe 6 et Figure 10). Pour les autres stations, la durée d'immersion n'affecte pas les nombres. Ceci explique la présence de l'interaction significative. L'attrition des effectifs atteint entre 56 et 99 % à Tracadigache et aux stations situées à l'ouest du secteur Centre comparativement à généralement moins de 50 % aux autres stations.

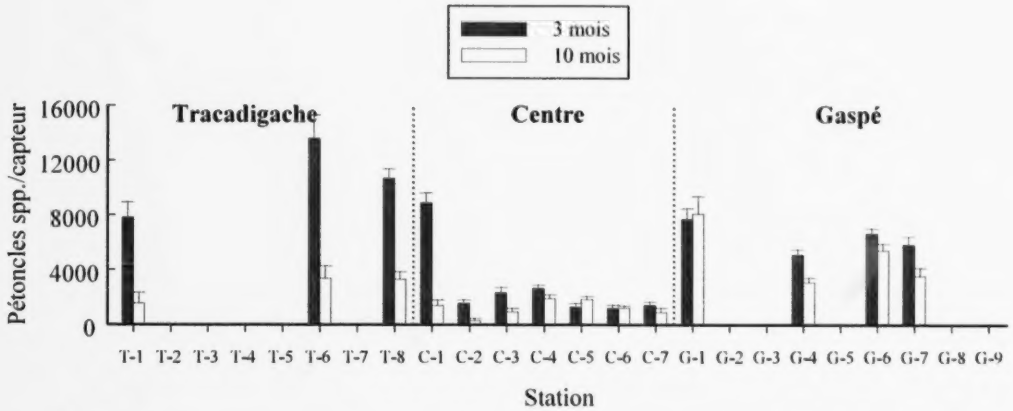


Figure 10. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles spp. par station et durée d'immersion (trois et dix mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage des séries 1999 à 2001.

Les analyses effectuées sur les données regroupées par secteur montrent qu'après trois mois d'immersion, les nombres de pétoncles spp. captés au secteur Centre sont significativement plus faibles que ceux de Tracadigache et Gaspé, alors que ces deux derniers secteurs ne diffèrent pas entre eux (Annexe 6). Après 10 mois d'immersion, c'est à Gaspé que les nombres de pétoncles captés sont statistiquement plus importants qu'aux secteurs Tracadigache et Centre. Il faut toutefois préciser que lors de ces analyses, la station C-1 a été associée au secteur Tracadigache, parce qu'elle possède des caractéristiques (de captage, de température, etc.) similaires aux autres stations du secteur Tracadigache.

Pour les durées d'immersion de dix mois et plus, il est possible de présenter les résultats par espèce. Le nombre de pétoncles géants varie de 28 à 5 932 individus/capteur après dix mois d'immersion selon la station et la série (Figure 11). Les nombres les plus élevés sont obtenus aux séries 1999 et 2002 à Tracadigache et Gaspé. Les nombres de pétoncles d'Islande varient, quant à eux, entre 0 et 6 581 pétoncles/capteur, les valeurs les plus élevées étant observées à la série 2001 aux secteurs Centre et Gaspé. La proportion relative des pétoncles géants par rapport aux pétoncles d'Islande présents dans les capteurs est généralement élevée (> 50 %) à Tracadigache ainsi qu'à la station C-1 du secteur Centre et plus faible (< 45 %) aux autres stations du secteur Centre (Figure 11 et Annexe 7). Par contre à Gaspé, la proportion des pétoncles géants varie entre les séries, elle est supérieure à 50 % aux séries 1999, 2002 et 2003, mais inférieure à 45 % aux séries 2000 et 2001.

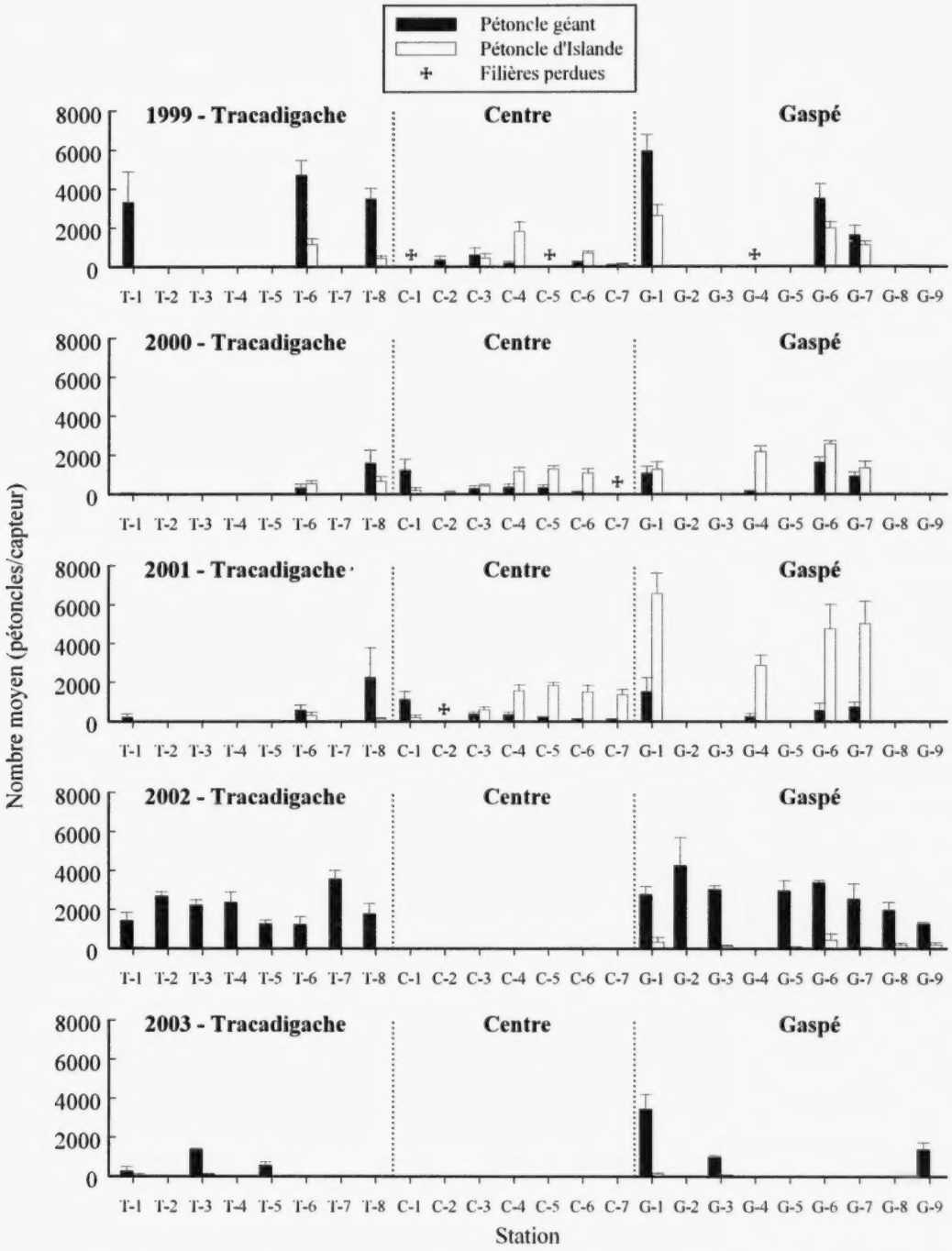


Figure 11. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles géants et d'Islande par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (1999 à 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Après 12 mois d'immersion (série 2003), le nombre de pétoncles géants varie de 3 à 517 pétoncles/capteur selon la station et les nombres de pétoncles d'Islande de 6 à 227 pétoncles/capteur (Figure 12). La proportion relative moyenne de pétoncles géants se chiffre à 36,3 % pour Tracadigache et à 69,0 % pour Gaspé (Annexe 7). Après 14 mois d'immersion (série 2002), les nombres de pétoncles géants et de pétoncles d'Islande sont similaires et varient entre 15 et 528 pétoncles/capteur et entre 0 et 581 pétoncles/capteur respectivement (Figure 12). La proportion relative moyenne des pétoncles géants s'établit à 91,8 % à Tracadigache, comparativement à 38,4 % pour Gaspé (Annexe 7). Malgré des durées d'immersion assez rapprochées, il y a donc une variabilité importante de la proportion relative des pétoncles géants aux deux secteurs ce qui laisse supposer un effet de l'année d'immersion (série).

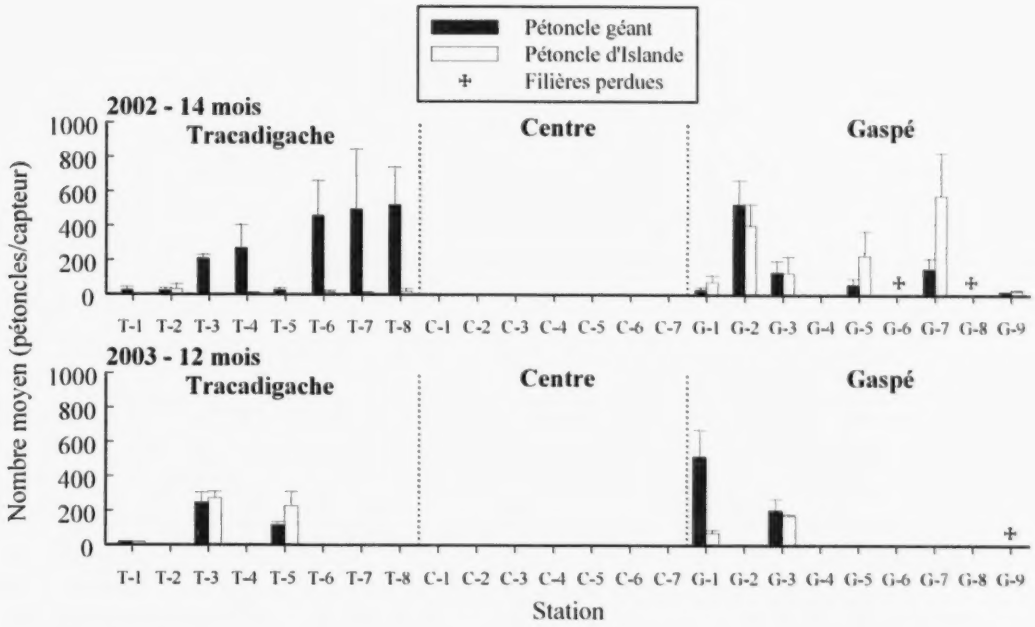


Figure 12. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles géants et d'Islande par station, secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 12 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Pour les séries 1999 à 2001, les analyses de variance démontrent qu'il y a un effet significatif attribuable à la série et à la station sur le nombre de pétoncles géants après dix mois d'immersion (Annexe 8 et Figure 11). Après avoir regroupé les données par secteur, il appert que le secteur Centre est significativement plus faible que les deux autres et que les secteurs Tracadigache et Gaspé ne sont pas différents entre eux. Enfin, en n'utilisant que les données provenant de la série 2002, les différences entre les secteurs disparaissent (Annexe 9 et Figure 12). Cependant, il y a un effet de la station à l'intérieur du secteur.

Les observations faites à 10, 12 et 14 mois d'immersion révèlent une diminution importante des pétoncles géants, et ce, quels que soient la station et le secteur (Figure 13). Les pertes moyennes de pétoncles géants entre les durées d'immersion sont de 87 % à Tracadigache et de 96 % à

Gaspé pour la série 2002 et de 87 % et de 82 % respectivement pour la série 2003. Puisque la durée d'immersion diffère légèrement, la comparaison des effectifs a été réalisée par série. L'analyse montre que les nombres de pétoncles géants sont significativement plus faibles après 12 mois qu'après 10 mois d'immersion (série 2003) et que les nombres sont plus élevés à Gaspé qu'à Tracadigache (Annexe 10). Les résultats sont assez similaires avec la série 2002, il y a une attrition du nombre de pétoncles géants entre 10 et 14 mois d'immersion (Annexe 10). Il n'y a cependant pas de différence entre les deux secteurs.

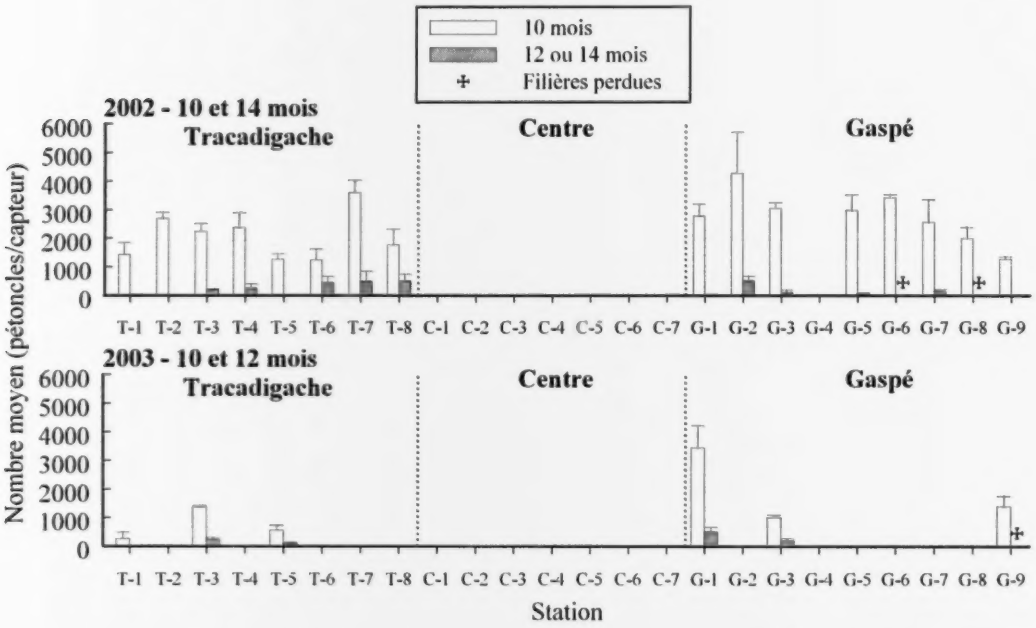


Figure 13. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles géants par station et durée d'immersion (10, 12 et 14 mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage des séries 2002 et 2003.

Les analyses de variance faites sur les données recueillies après dix mois d'immersion des séries 1999 à 2001 montrent que le nombre de pétoncles d'Islande captés est influencé par la station, mais pas par la série et qu'il y a une interaction significative entre la station et la série (Annexe 8 et Figure 11). La station affecte donc différemment les nombres captés selon la série. L'analyse des données regroupées par secteur montre des différences entre les secteurs, le nombre de pétoncles d'Islande étant plus élevé à Gaspé qu'au Centre et plus élevé au Centre qu'à Tracadigache. Les conclusions sont similaires avec les données de la série 2002, c'est-à-dire qu'il y a plus de pétoncles dans les capteurs à Gaspé qu'à Tracadigache, il n'y a toutefois pas de différence entre les stations d'un même secteur (Annexe 9 et Figure 14).

La comparaison des nombres de pétoncles d'Islande entre 10 et 12 mois d'immersion (série 2003) indique que la station, la durée et le secteur n'ont aucun effet (Annexe 10 et Figure 14). Les analyses effectuées sur les données de la série 2002 montrent qu'il n'y a pas de différence des nombres de pétoncles d'Islande dans les capteurs entre 10 et 14 mois d'immersion.

Cependant, la station affecte les nombres et les pétoncles d'Islande sont plus nombreux à Gaspé qu'à Tracadigache (Annexe 10 et Figure 14).

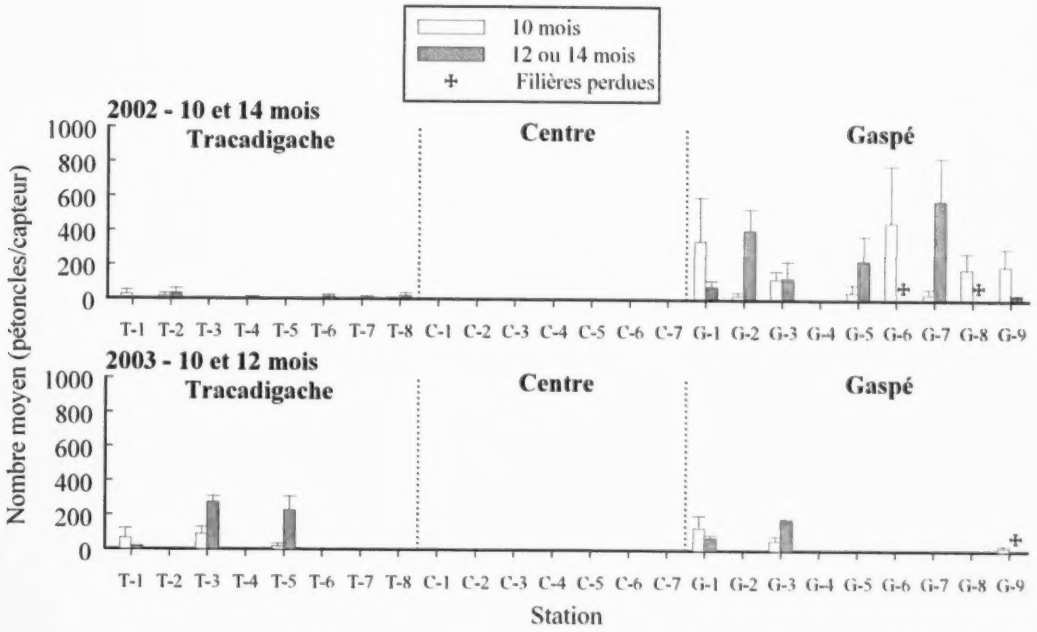


Figure 14. Nombre moyen (± erreur-type) de pétoncles d'Islande par station et durée d'immersion (10, 12 et 14 mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage des séries 2002 et 2003.

Taille des pétoncles

Trois mois après la mise à l'eau des capteurs, la taille standardisée moyenne des pétoncles spp. est d'environ 1 mm pour les séries 1999 à 2001 (Annexe 11). Par contre, la croissance a été beaucoup plus importante à Gaspé en 1999, la taille moyenne ayant atteint 2,3 mm. Les résultats des analyses de variance montrent que la série n'affecte pas la taille des pétoncles spp. mais que la station agit significativement sur celle-ci (Annexe 12). Cet effet significatif est également perceptible entre les secteurs, la taille des pétoncles à Gaspé étant plus élevée que celle aux secteurs Tracadigache et Centre.

Après 10 mois de croissance en milieu naturel (séries 1999 à 2001), la taille standardisée moyenne des pétoncles géants varie de 2,7 à 6,8 mm, toutes les stations confondues, selon la série et le secteur (Figure 15 et Annexe 11). Les tailles sont généralement plus élevées au secteur Centre. Les analyses de variance effectuées entre les stations, les secteurs et les séries 1999 à 2001 montrent qu'après dix mois d'immersion la série n'a pas d'effet, mais que la station et le secteur affectent significativement la taille des pétoncles géants (Annexe 13). Pour ces analyses, la filière a été considérée comme un facteur bloc aléatoire. Selon Scherrer (2009), lorsque le facteur bloc constitue un facteur d'hétérogénéité (effet significatif), l'analyse par bloc

s'avère utile en assurant une meilleure puissance, mais n'affecte, en aucun cas, la justesse du test ni l'estimation des effets des autres facteurs. Les stations C-3, C4 et C-5 se distinguent avec des tailles moyennes significativement plus élevées qu'à toutes les autres stations. Par conséquent, les tailles moyennes mesurées au secteur Centre sont significativement plus élevées qu'à Tracadigache et Gaspé.

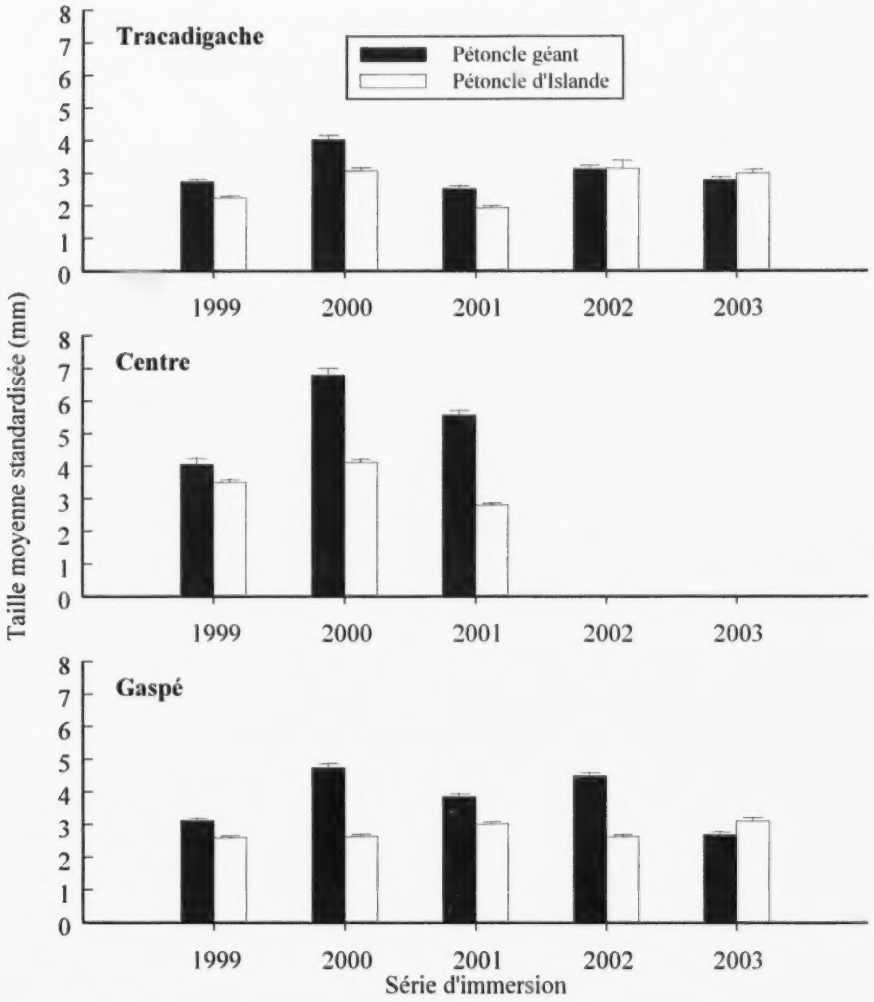


Figure 15. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants et d'Islande captés par secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé) et série, après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Après dix mois d'immersion, les tailles moyennes des pétoncles géants sont de 3,1 et 4,5 mm à la série 2002 respectivement pour Tracadigache et Gaspé et de 2,8 et 2,7 mm à la série 2003

(Figures 15 et 16). Selon l'analyse de variance, la série a un effet significatif sur la taille des pétoncles géants, les tailles étant plus faibles en 2003 qu'en 2002 (Annexe 14). D'autre part, il n'y a pas de différence entre les deux secteurs.

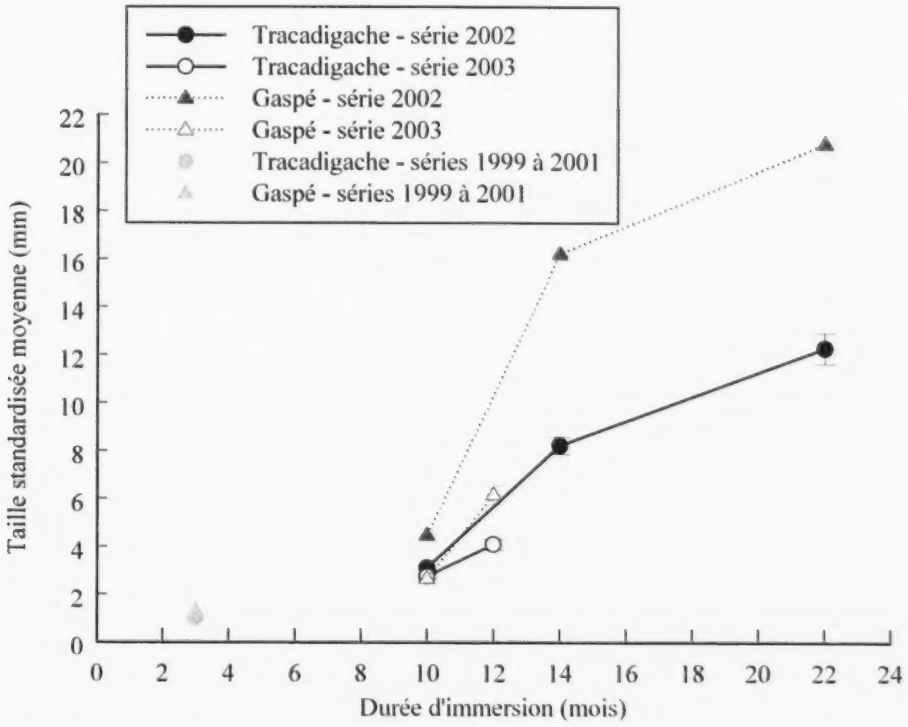


Figure 16. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants captés par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion et taille moyenne des pétoncles spp. après 3 mois d'immersion (séries 1999 à 2001), lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

La taille standardisée moyenne des pétoncles géants après 12 mois d'immersion (série 2003) est de 4,1 mm à Tracadigache et de 6,1 mm à Gaspé tandis qu'après 14 mois d'immersion (série 2002), les tailles atteignent 8,2 mm à Tracadigache et 16,2 mm à Gaspé (Figure 16). Sur les 386 pétoncles géants mesurés, une trentaine a atteint une taille comprise entre 20 et 26 mm à Gaspé comparativement à 2 pétoncles seulement à Tracadigache. Après 12 mois d'immersion, les tailles ne diffèrent pas entre les secteurs tandis qu'après 14 mois les tailles sont significativement plus élevées à Gaspé qu'à Tracadigache (Annexe 14). La faible croissance obtenue après 12 mois d'immersion est possiblement due à la série et non à la durée d'immersion comme ce fut constaté après 10 mois d'immersion.

Après 22 mois d'immersion, la taille standardisée moyenne des pétoncles géants vivants atteint 12,3 mm à Tracadigache, comparativement à 20,8 mm à Gaspé (Figure 16 et Annexe 11). Malgré cet écart entre les tailles, il n'y a pas de différence significative entre les deux secteurs

(Annexe 14). Il faut toutefois préciser que le nombre de pétoncles vivants récupérés à Tracadigache est faible (47 individus) comparativement à Gaspé (298 individus).

Dans le cas du pétoncle d'Islande, la taille standardisée moyenne après 10 mois d'immersion est similaire ou légèrement plus faible que celle du pétoncle géant (Annexe 11). L'analyse de variance effectuée entre les séries 1999 à 2001 et les secteurs montre que la série n'a pas d'effet sur les tailles, mais qu'elles sont significativement plus élevées au secteur Centre (Annexe 13). Pour les séries 2002 et 2003, les tailles moyennes par secteur (Tracadigache et Gaspé) varient entre 2,6 et 3,1 mm (Figure 17 et Annexe 11). Les analyses effectuées entre ces deux séries montrent que le secteur ou la série n'ont pas d'effet sur les tailles des pétoncles d'Islande (Annexe 14).

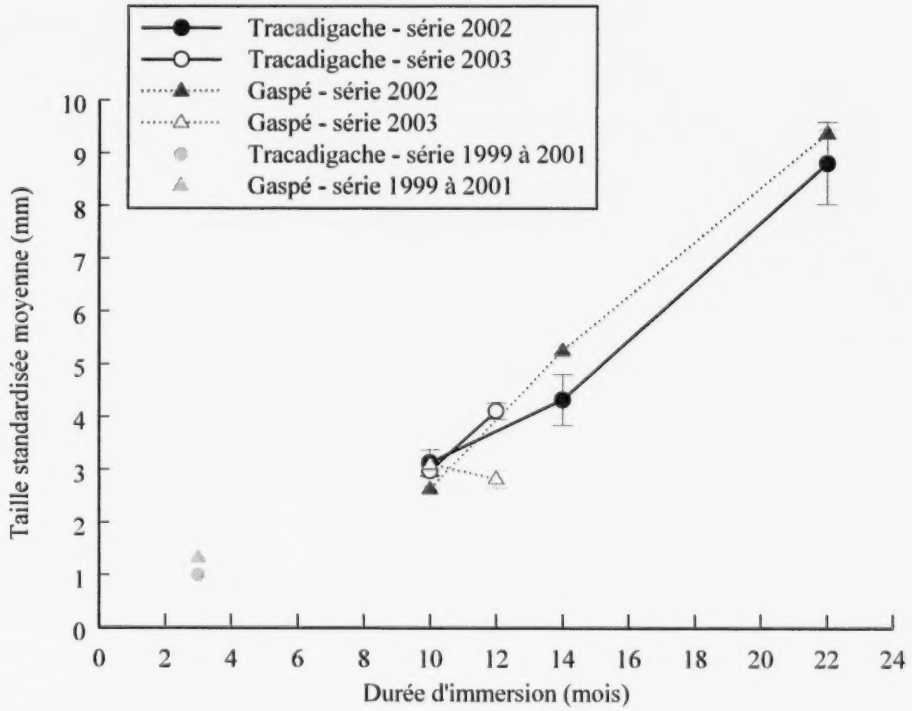


Figure 17. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles d'Islande captés par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion et taille moyenne des pétoncles spp. après 3 mois d'immersion, lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Après 12 mois d'immersion, la taille moyenne des pétoncles d'Islande aux secteurs Tracadigache et Gaspé est respectivement de 4,1 et 2,8 mm et de 4,3 et 5,3 mm après 14 mois (Figure 17 et Annexe 11). Ces valeurs sont plus faibles que celles obtenues pour le pétoncle géant. Selon les analyses de variance, le secteur affecte la taille après 14 mois d'immersion, les pétoncles étant plus gros à Gaspé qu'à Tracadigache (Annexe 14). Par contre après 12 mois, il n'y a pas de différence entre les deux secteurs, et ce, malgré les différences observées entre les tailles

moyennes. Comme déjà mentionnés pour le pétoncle géant, ces résultats divergents sont possiblement dus à la série et non à la durée d'immersion. Les tailles observées après 22 mois d'immersion dans les capteurs atteignent 8,8 mm et 9,4 mm à Tracadigache et Gaspé respectivement (Figure 17 et Annexe 11). Il n'y a pas de différence significative des tailles entre les deux secteurs (Annexe 14).

3.3.2 Effet de la profondeur

Nombre de pétoncles

Les résultats obtenus après dix mois d'immersion, dans le cadre du suivi de l'effet de la profondeur, varient selon la série et le secteur (Figure 18). Pour la série 2002, le nombre de pétoncles spp. captés est plus élevé à 15 m de profondeur aux deux secteurs échantillonnés. Cependant, à Tracadigache, le nombre de pétoncles diminue lorsque la profondeur d'installation des capteurs augmente, tandis qu'à Gaspé la relation est inversée. Il y a lieu de préciser que la profondeur totale diffère entre les deux secteurs, ce qui fait en sorte que les nombres maximaux sont observés à 8 m du fond à Tracadigache et à 2 m du fond à Gaspé. Avec la série 2003, les valeurs maximales sont obtenues à 21 m de profondeur à Tracadigache et à 11 m à Gaspé. Les nombres varient de 2 414 à 5 028 individus/capteur en 2002 et de 317 à 2 130 individus/capteur en 2003.

Le nombre de pétoncles géants suit les mêmes tendances que celles décrites précédemment, c'est-à-dire que les nombres maximaux à Tracadigache et Gaspé ont été obtenus respectivement à 13 et 15 m de profondeur pour la série 2002 et à 21 et 11 m pour la série 2003 (Figure 18). Les nombres de pétoncles géants varient de 1 423 à 2 751 individus/capteur à Tracadigache et de 1 268 à 3 850 individus/capteur à Gaspé en 2002 et de 250 à 543 individus/capteur à Tracadigache et de 835 à 2 010 individus/capteur à Gaspé en 2003.

Les nombres de pétoncles d'Islande sont généralement faibles à toutes les profondeurs, ils varient de 10 à 40 pétoncles/capteur à Tracadigache et de 703 à 1 199 pétoncles/capteur à Gaspé en 2002, puis de 90 à 253 pétoncles/capteur à Tracadigache et de 45 à 115 pétoncles/capteur à Gaspé en 2003 (Figure 18). La profondeur où les nombres maximaux sont observés fluctue d'une série à l'autre et entre les secteurs.

Les analyses de variance effectuées révèlent que la profondeur des capteurs n'a pas d'effet sur le nombre de pétoncles captés, que ce soit pour les pétoncles spp., les pétoncles géants ou les pétoncles d'Islande (Annexe 15). Cependant, la présence dans tous les cas d'une interaction significative entre la profondeur et la série suppose que l'effet de la profondeur dépend de la série. En refaisant les analyses par série, les résultats sont les mêmes, c'est-à-dire que la profondeur d'installation des capteurs n'affecte pas les nombres de pétoncles captés. D'autre part, le secteur agit, dans certains cas, sur le succès de captage. Ces conclusions ne sont pas surprenantes étant donné la variabilité importante des données entre les secteurs et les séries.

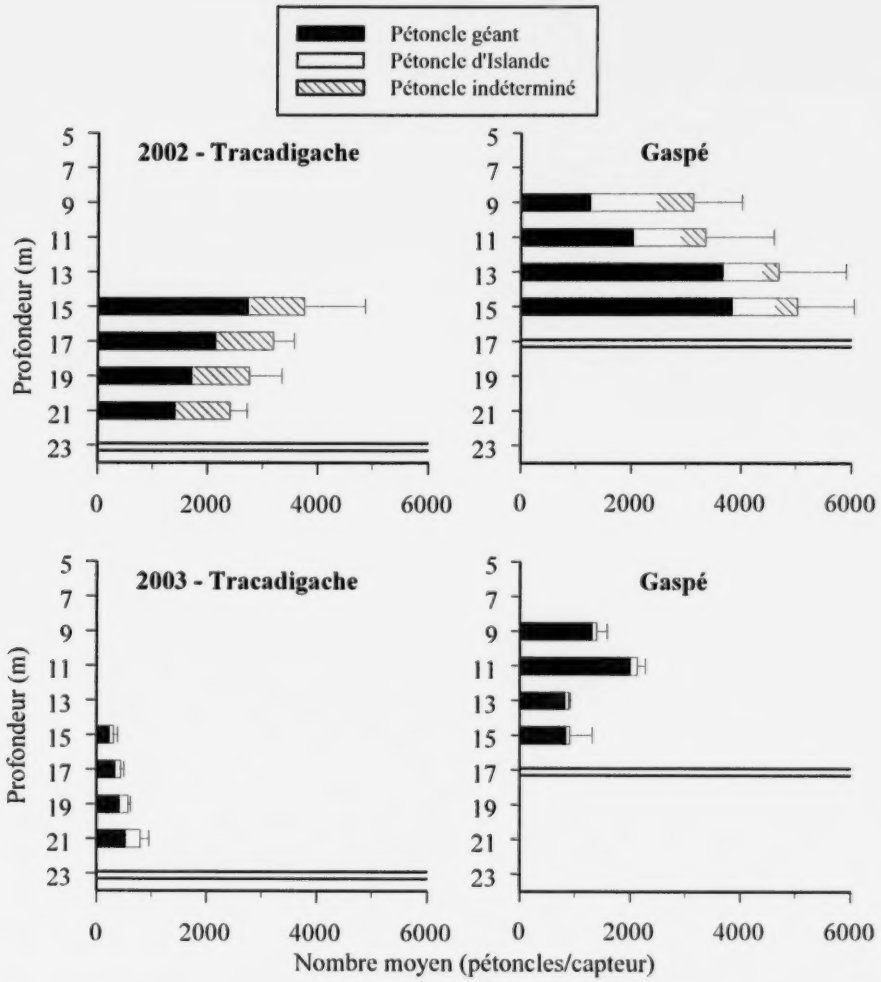


Figure 18. Nombre moyen (± erreur-type) des pétoncles par profondeur, secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. La ligne double horizontale identifie le fond marin.

Taille des pétoncles

La taille standardisée moyenne des pétoncles géants captés entre 15 et 21 m de profondeur à Tracadigache varie entre 2,1 à 3,4 mm après dix mois de croissance (Figure 19). À Gaspé, la taille oscille entre 2,1 et 4,2 mm pour des capteurs situés entre 9 et 15 m de profondeur. Selon l'analyse de variance, la profondeur n'a aucun effet significatif sur la taille de ces pétoncles (Annexe 16).

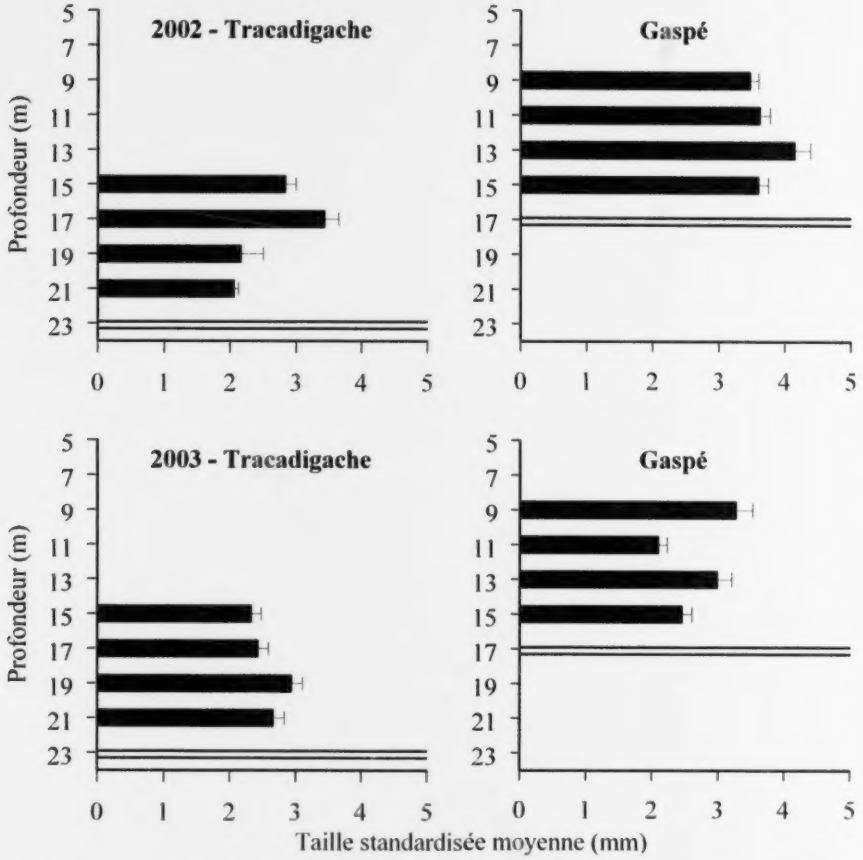


Figure 19. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants captés par profondeur, secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. La ligne double horizontale identifie le fond marin.

Après 10 mois d'immersion, la taille standardisée moyenne des pétoncles d'Islande atteint de 2,1 à 4,8 mm à Tracadigache et de 2,2 à 6,2 mm à Gaspé selon la profondeur d'installation des capteurs (Figure 20). Il y a beaucoup de variabilité entre les secteurs et les séries et aucune tendance claire n'est perceptible. D'ailleurs, les résultats de l'analyse de variance montrent que la profondeur, le secteur et la série n'ont aucun effet sur la taille des pétoncles d'Islande (Annexe 16).

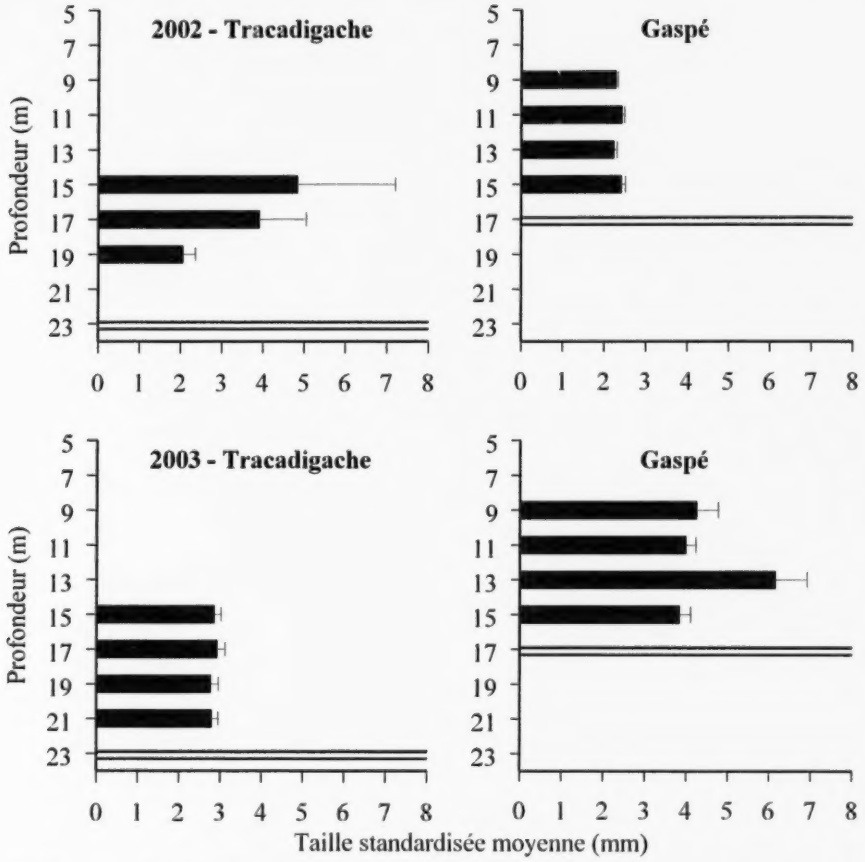


Figure 20. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles d'Islande captés par profondeur, secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. La ligne double horizontale identifie le fond marin.

3.3.3 Fenêtre temporelle

Nombre de pétoncles

Les tendances observées lors de travaux visant à préciser la fenêtre temporelle et l'intensité du captage des pétoncles sont disparates (Figure 21). Pour la série 2002, les nombres de pétoncles géants captés à Tracadigache sont supérieurs du début septembre au début octobre. La perte de filières à Gaspé ne permet pas de préciser le pic de captage, mais le succès de captage en septembre y est plus élevé qu'à Tracadigache. Avec la série 2003, le nombre moyen de pétoncles géants captés atteint un sommet à la mi-septembre à Tracadigache (Figure 21). À Gaspé, le nombre moyen de pétoncles géants se maintient entre 1 443 et 1 740 individus/capteur de la mi-août au début octobre avant de diminuer légèrement.

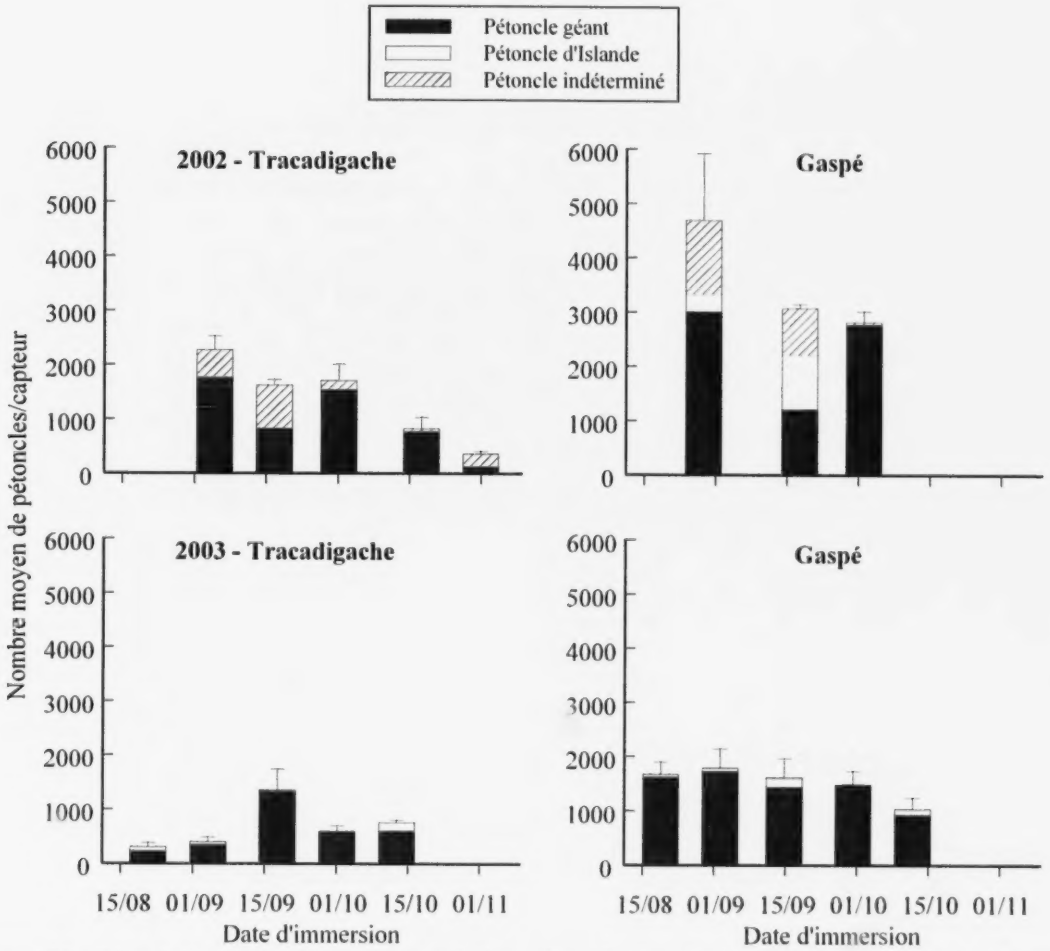


Figure 21. Nombre moyen (± erreur-type) des pétoncles par secteur (Tracadigache et Gaspé), série (2002 et 2003) et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage.

Il faut bien comprendre que les premiers capteurs immergés (mi-août ou début septembre) demeurent en place jusqu'à la récupération qui se fait simultanément pour toutes les filières. Donc, les nombres captés dans les premiers capteurs immergés devraient être supérieurs ou du moins équivalents à toutes les autres dates d'immersion subséquentes, ce qui n'est pas toujours le cas ici. Ces résultats suggèrent qu'il y aurait une variabilité spatiale importante, à petite échelle (entre les filières), pour expliquer les différences des nombres captés de la mi-août au début octobre. Malgré ce constat, il semble que le pic de captage du pétoncle géant a eu lieu environ au début octobre aux deux secteurs et aux deux séries. Pour le pétoncle d'Islande, les résultats obtenus au cours de ces deux séries ne montrent pas de patron particulier, les nombres étant plus faibles que le pétoncle géant et variant beaucoup entre les dates d'immersion, les secteurs et les séries.

Les analyses de variances effectuées sur le nombre de pétoncles ont permis de comparer les effectifs entre les différentes dates d'immersion avec ceux obtenus à la première date (mi-août ou

début septembre). Ces analyses montrent qu'il n'y a aucune différence significative du nombre de pétoncles géants ou d'Islande captés entre les dates d'immersion (Annexe 17).

Taille des pétoncles

La taille standardisée des pétoncles géants varie avec la date d'immersion de la série 2002 à Tracadigache. Elle diminue graduellement de 3,0 mm à moins de 1,5 mm entre le début septembre et le début novembre (Figure 22). À Gaspé, la tendance régressive est similaire et les tailles chutent de 4,4 à 1,8 mm avec le temps. Cette tendance est moins claire avec les résultats de la série 2003, les valeurs sont plutôt fluctuantes de la mi-août et la mi-octobre.

Pour le pétoncle d'Islande, les nombres mesurés sont faibles, soit généralement moins de 50 individus. Ceci fait en sorte, principalement à la série 2002, que les tendances observées sont moins fiables que pour le pétoncle géant (34 à 239 pétoncles mesurés). Les tailles standardisées observées à la série 2003 semblent toutefois diminuer au fur et à mesure que la date d'immersion progresse (Figure 22).

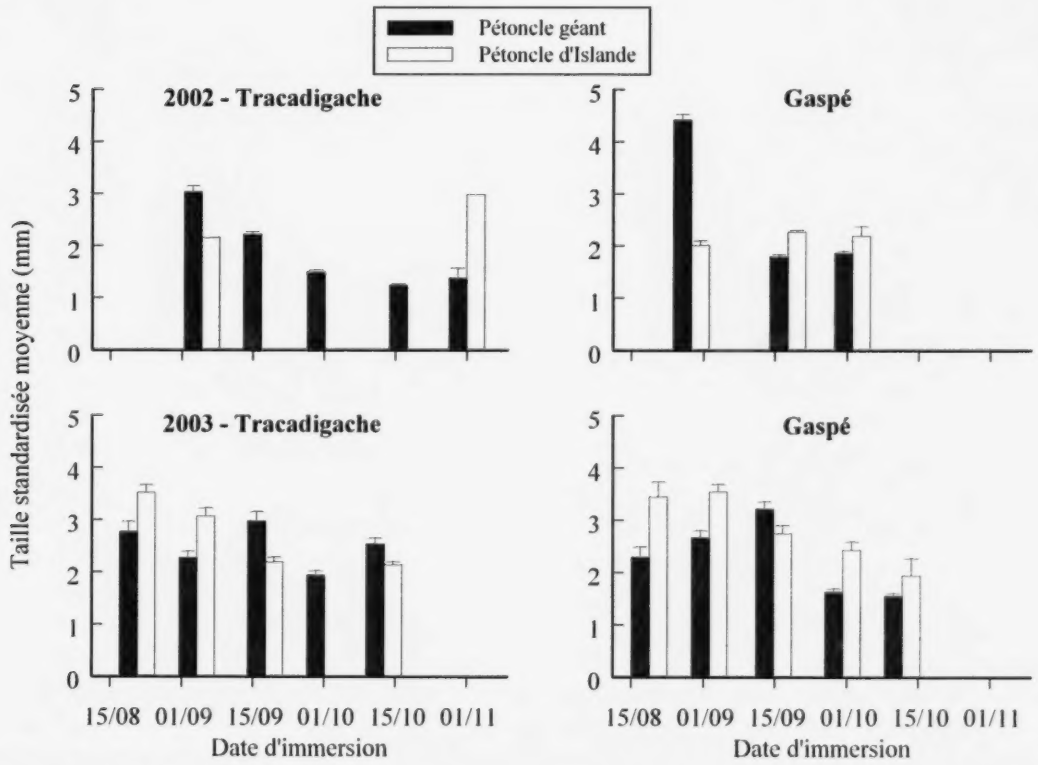


Figure 22. Taille standardisée moyenne (± erreur-type) des pétoncles géants et d'Islande captés par secteur (Tracadigache et Gaspé), série (2002 et 2003) et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage.

3.4 SALISSURES MARINES, ESPÈCES ASSOCIÉES ET PRÉDATEURS

3.4.1 Salissures marines

L'analyse des photographies des capteurs, du suivi de la couverture spatiale de la série 2002, montre un accroissement du nombre et de la superficie des trous sur les enveloppes avec l'augmentation du temps d'immersion. Après 10 mois d'immersion, les enveloppes sont à peu près intactes, les trous représentent seulement 0,5 % à Tracadigache et 0,6 % à Gaspé de la superficie des enveloppes (Figure 23). Après 14 mois, la portion occupée par les trous augmente à 6,7 % pour Tracadigache et à 12,8 % pour Gaspé. Après un peu moins de deux ans d'immersion, la portion trouée des enveloppes atteint alors 18,4 et 29,9 % respectivement à Tracadigache et Gaspé. Les enveloppes utilisées pour ce projet ne permettent donc pas de garder très longtemps les pétoncles dans les capteurs.

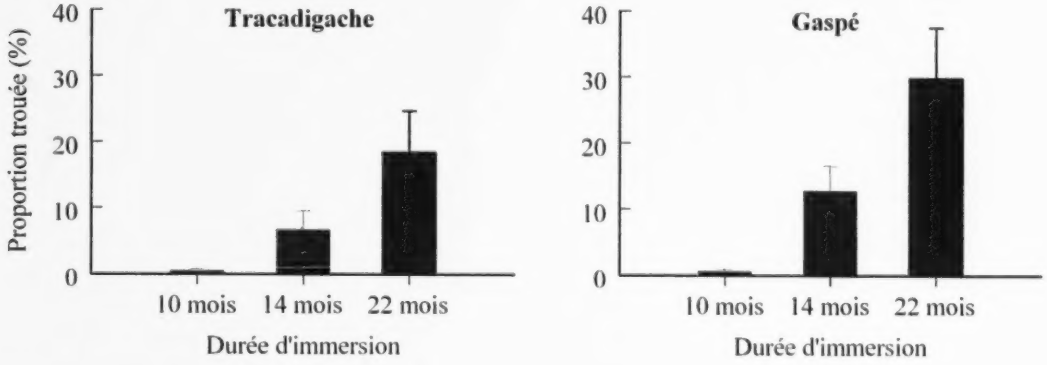


Figure 23. Proportion moyenne de la surface trouée des enveloppes par durée d'immersion et secteur (Tracadigache et Gaspé), lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002.

La quantité de salissures sur les capteurs a été évaluée de deux façons, soit en estimant la surface colonisée à partir des photographies ou en pesant des enveloppes non nettoyées. Les résultats obtenus avec la méthode photographique indiquent que 49 et 56 % de la surface des enveloppes est colonisée par des salissures après 10 mois d'immersion à Tracadigache et Gaspé respectivement (Tableau 5). Pour ces mêmes secteurs, la surface colonisée diminue respectivement à 26 et 18 % après 14 mois et est de 25 et 51 % après 22 mois d'immersion. La proportion moyenne des salissures sur les capteurs ne semble pas varier entre les différentes profondeurs évaluées lors du suivi de l'effet de la profondeur ou entre les différentes dates d'immersion sélectionnées pour l'identification de la fenêtre temporelle de captage. Cependant, les salissures sont, bien souvent, plus importantes à Gaspé qu'à Tracadigache.

Après 10 mois d'immersion, le poids sec des salissures et de l'enveloppe des capteurs, utilisés pour le suivi de l'effet de la profondeur, varie de 45 à 84 g, le poids sec d'une enveloppe propre pesant environ 40 g (Tableau 6). Le poids des salissures semble plus élevé à Gaspé qu'à Tracadigache. Les données, recueillies sur les capteurs récupérés après 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale, indiquent que le poids sec moyen des enveloppes est

similaire entre les secteurs Tracadigache et Gaspé et qu'il n'y a à peu près pas de salissures sur les enveloppes.

Tableau 5. Superficie moyenne (% ± erreur-type) des enveloppes occupée par les salissures par secteur (Tracadigache et Gaspé) et durée d'immersion (10, 14 et 22 mois), lors des différents suivis du captage de la série 2002.

Paramètre	Tracadigache			Gaspé		
	10 mois	14 mois	22 mois	10 mois	14 mois	22 mois
Couverture spatiale						
	49,0 ± 2,2	26,1 ± 4,2	25,3 ± 6,1	55,8 ± 4,6	17,8 ± 6,6	50,7 ± 9,2
Effet de la profondeur						
9 m				69,5 ± 3,8		
11 m				73,9 ± 3,5		
13 m				65,2 ± 6,3		
15 m	56,4 ± 9,4			73,2 ± 3,0		
17 m	36,1 ± 14,5					
19 m	40,8 ± 10,7					
21 m	41,0 ± 9,5					
Fenêtre temporelle (date d'immersion)						
début sept.	55,8 ± 8,0			64,2 ± 8,1		
mi-sept.	35,7 ± 12,4			79,9 ± 4,5		
début oct.	69,6 ± 3,5			80,3 ± 4,2		
mi-oct.	54,4 ± 9,1					
début nov.	42,3 ± 11,8					

Tableau 6. Poids moyen sec (g ± erreur-type) des enveloppes et des salissures par secteur (Tracadigache et Gaspé) et durée d'immersion (10 et 14 mois), lors des différents suivis du captage de la série 2002.

Paramètre	Tracadigache		Gaspé	
	10 mois	14 mois	10 mois	14 mois
Couverture spatiale				
		38,9 ± 1,4		38,3 ± 1,1
Effet de la profondeur				
9 m			67,6 ± 5,1	
11 m			72,8 ± 2,3	
13 m			83,8 ± 5,4	
15 m	62,1 ± 3,7		60,1 ± 4,5	
17 m	55,3 ± 5,3			
19 m	58,3 ± 3,7			
21 m	45,2 ± 5,7			

3.4.2 Espèces associées et prédateurs

En plus des pétoncles, nous avons retrouvé une quarantaine de taxons dans les capteurs, appartenant à onze phylums (Annexe 18). Parmi ceux-ci, il y avait des prédateurs potentiels de larves et de juvéniles de pétoncle, soit : hydrozoaires, certains gastéropodes (ex. *Polinices heros*), polychètes, acariens, pycnogonides, crabes, gammares, ostracodes, étoiles de mer et certains poissons. En matière de diversité, les secteurs échantillonnés se ressemblent beaucoup, la très grande majorité des taxons sont présents aux trois secteurs, soit 33 des 44 taxons (Annexes 19 à 24). En combinant toutes les informations recueillies lors des différents suivis, 41 taxons sont observés dans les capteurs à Tracadigache, 36 au Centre et 42 à Gaspé. Les trois taxons absents à Tracadigache sont les cumacés, les mysidacés et les ascidies. Il y a deux taxons qui ne sont présents qu'à Gaspé, soit les cumacés et les mysidacés. Les deux taxons absents de Gaspé sont les balanes et les ostracodes. Finalement au secteur Centre, huit taxons ne sont pas observés dans les capteurs des séries 1999 à 2001, soit les éponges, les amphipodes, les cumacés, les mysidacés, le polychète *Aphrodita hastata,* les concombres de mer, ainsi que deux bivalves, *Clinocardium ciliatum* et *Mesodesma* spp. (*Mesodesma arctatum* et *Mesodesma deauratum*).

Couverture spatiale

Le bivalve *Hiatella arctica* et les pétoncles sont sans contredit les espèces les plus abondantes dans les capteurs, selon la méthode de l'abondance volumétrique relative (Figure 24 et Annexe 19). *H. arctica* représente généralement plus de 25 % des organismes présents dans les capteurs, et ce, quels que soient la durée d'immersion et le secteur. Les plus faibles abondances relatives sont observées à Tracadigache après trois mois d'immersion. En excluant *H. arctica*, les taxons les plus abondants (abondance volumétrique > 4 %) dans les capteurs immergés à Tracadigache sont par ordre décroissant, les pétoncles, les étoiles de mer, *Mytilus* spp. (*Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus*, deux espèces intimement liées en Gaspésie (Moreau *et al.* 2006)), les ophiures, les hydrozoaires, les algues, les polychètes et *Anomia* sp. À Gaspé, les pétoncles, les algues, les hydrozoaires, *Mytilus* spp. et *Anomia* sp. sont les plus abondants. Finalement au secteur Centre, les pétoncles, *Mytilus* spp., les étoiles de mer, les hydrozoaires, les algues, les gammaridés, *Anomia* sp., les bryozoaires et les polychètes forment les taxons les plus abondants. L'abondance relative de *H. arctica*, des algues et des hydrozoaires semble plus élevée à Gaspé et celle des étoiles de mer, de *Mytilus* spp., des ophiures et des polychètes plus élevée à Tracadigache. L'abondance de *Mytilus* spp. et des étoiles de mer sont pratiquement les mêmes à Tracadigache et au Centre. Malgré quelques fluctuations annuelles ou saisonnières, il y a une progression de l'abondance relative de *H. arctica* d'année en année à Tracadigache (Figure 24 et Annexe 19).

Parmi les taxons généralement présents à tous les sites, mais faiblement représentés (en volume), il y a les foraminifères, les turbellariés, les bryozoaires, deux bivalves (*Anomia* sp. et *Cerastoderma* sp.), les gastéropodes, les nudibranches, *Spirorbis spirorbis* (polychète) et deux groupes d'amphipodes, les caprellidés et les gammaridés (Annexe 19).

L'interprétation faite à partir des dénombrements des différents taxons associés au captage de pétoncles peut toutefois différer de celle obtenue avec les abondances volumétriques relatives, puisque cette dernière est effectuée sur le volume occupé par chaque taxon présent et est dépendante de la taille des organismes.

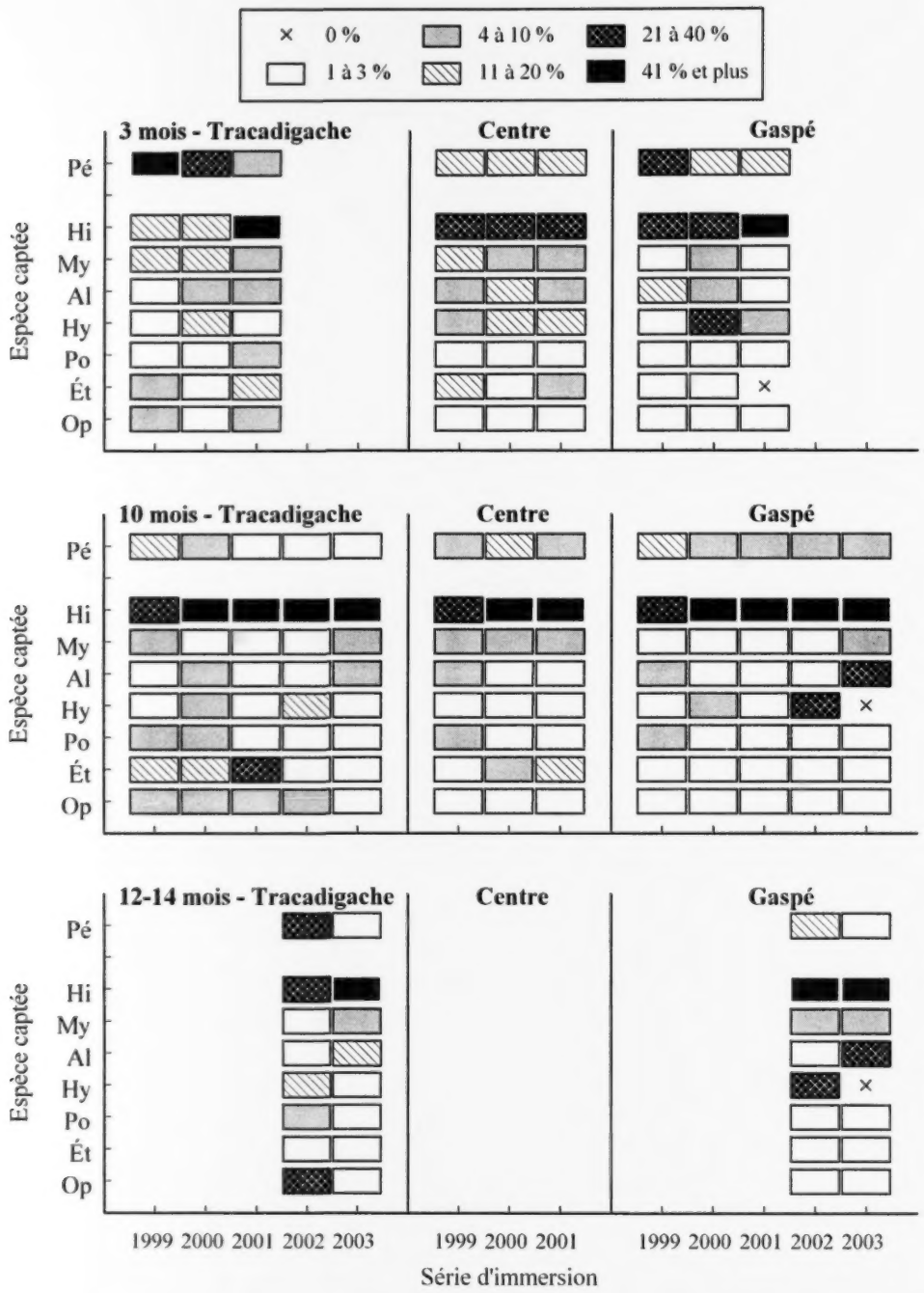


Figure 24. Abondance volumétrique relative (%) de quelques espèces captées (Pé = pétoncle spp., Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Al = algues, Hy = hydrozoaires, Po = polychètes, Ét = étoiles de mer, Op = ophiures), par secteur (Tracadigache, Centre et Gaspé), série (1999 à 2003) et durée d'immersion (3, 10, 12 et 14 mois), lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Les résultats du dénombrement détaillé des espèces présentes dans les capteurs de la série 2002 montrent qu'après 10 mois d'immersion à Tracadigache, *Mytilus* spp., *S. Spirorbis*, le pétoncle géant et *H. arctica* sont les plus abondants (>2 000 individus/capteur (Figure 25 et Annexe 20). Après 14 mois d'immersion à Tracadigache, toutes les espèces ont moins de 520 individus/capteurs, sauf les ophiures. À Gaspé, *H. arctica* domine avec 17 400 individus/capteur, suivie par *S. spirorbis*, les copépodes et les foraminifères.

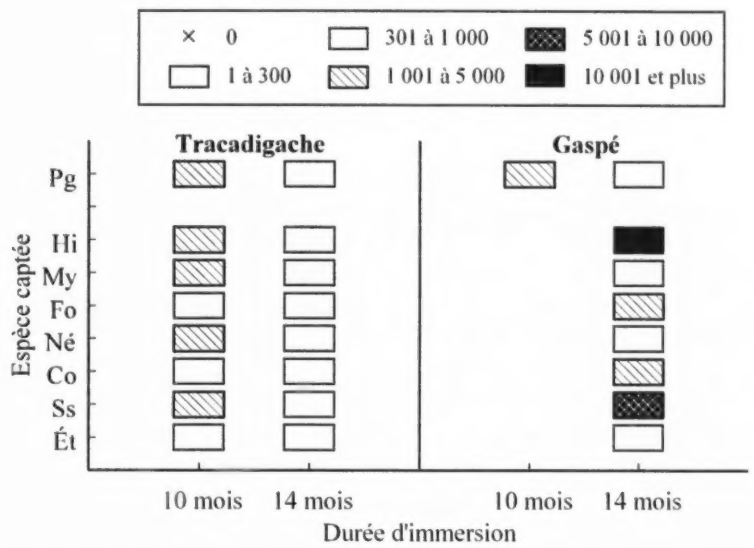


Figure 25. Nombre moyen (nombre/capteur) de quelques espèces captées (Pg = pétoncle géant, Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Fo = foraminifères, Né = nématodes, Co = copépodes, Ss = *Spirorbis spirorbis*, Ét = étoiles de mer), par secteur (Tracadigache et Gaspé), après 10 et 14 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002.

Comme les capteurs étaient très endommagés après 22 mois d'immersion, le dénombrement des espèces n'a été fait que sur les principaux prédateurs du pétoncle. Les espèces observées sont les crabes *Cancer irroratus* et *Hyas* spp. (*Hyas coarctatus* et *Hyas araneus*), et les étoiles de mer *Asterias rubens* et *Leptasterias polaris* (Tableau 7). Les nombres présentés ne sont que des valeurs minimales puisque des individus ont possiblement été perdus. L'absence de *Hyas* spp. et de *L. polaris* est notable à Tracadigache (Tableau 7). Les nombres moyens de *C. irroratus* et de *A. rubens* sont similaires aux deux secteurs. D'autre part, *Hyas* spp. (11,9 individus/capteur) sont environ 8 fois plus abondants que *C. irroratus* (1,3 individu/capteur) à Gaspé, mais les effectifs de *Hyas* spp. varient beaucoup d'une station à l'autre (variance élevée).

À Gaspé, la taille moyenne des *C. irroratus* (26 mm) est plus élevée et plus variable que celle des *Hyas* spp. (18 mm). Par ailleurs, la taille moyenne des *A. rubens* est nettement plus petite à Tracadigache qu'à Gaspé, soit 8 mm et 16 mm respectivement pour chacun des secteurs. Finalement, la taille moyenne des *C. irroratus* est semblable dans les deux secteurs (27,5 et 26,1 mm).

Tableau 7. Nombre moyen (individus/capteur ± écart-type) et taille moyenne (mm) des principaux prédateurs présents par secteur (Tracadigache et Gaspé), après 22 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002.

Prédateur	Tracadigache		Gaspé	
	Nombre moyen	Taille moyenne (étendue)	Nombre moyen	Taille moyenne (étendue)
Crabes				
Cancer irroratus	4,7 ± 3,7	27,5 (4 à 83 mm)	1,3 ± 1,1	26,1 (9 à 60 mm)
Hyas spp.	0		11,9 ± 19,2	18,1 (7 à 41 mm)
Étoiles de mer				
Asterias rubens	6,9 ± 4,0	8,1 (1 à 30 mm)	7,2 ± 6,3	16,1 (3 à 41 mm)
Leptasterias polaris	0		0,1 ± 0,3	19,0 (17 à 28 mm)

Effet de la profondeur

Les taxons observés dans les échantillons du suivi de l'effet de la profondeur sont sensiblement les mêmes que ceux observés lors du suivi de la couverture spatiale (Annexes 19 et 21). À première vue, il ne semble pas y avoir de différence dans l'abondance volumétrique relative des taxons entre les différentes profondeurs d'installation des capteurs (séries 2002 et 2003) aux secteurs Tracadigache et Gaspé (Figure 26). À l'exception des hydrozoaires, qui sont généralement plus abondants à proximité du fond qu'en surface aux deux secteurs pour la série 2002 (Annexe 21).

En plus des pétoncles, les taxons ayant un effectif supérieur à 600 individus/capteur sont, par ordre décroissant, *H. arctica*, *Mytilus* spp., les foraminifères et *S. spirorbis* à Tracadigache (Annexe 22 et Figure 27). À Gaspé, les taxons les plus abondants sont *H. arctica*, les foraminifères et les copépodes. Les nombres sont inversement proportionnels à la profondeur des capteurs pour les nématodes, la majorité des bivalves et les copépodes (Annexe 22). Les nombres de *H. arctica* atteignent de 4 101 à 17 873 individus/capteur à Tracadigache et de 7 908 à 13 138 individus/capteur à Gaspé. Ces nombres sont de 2 à 7 fois plus élevés que les nombres de pétoncles géants captés (1 269 à 3 850 pétoncles/capteur).

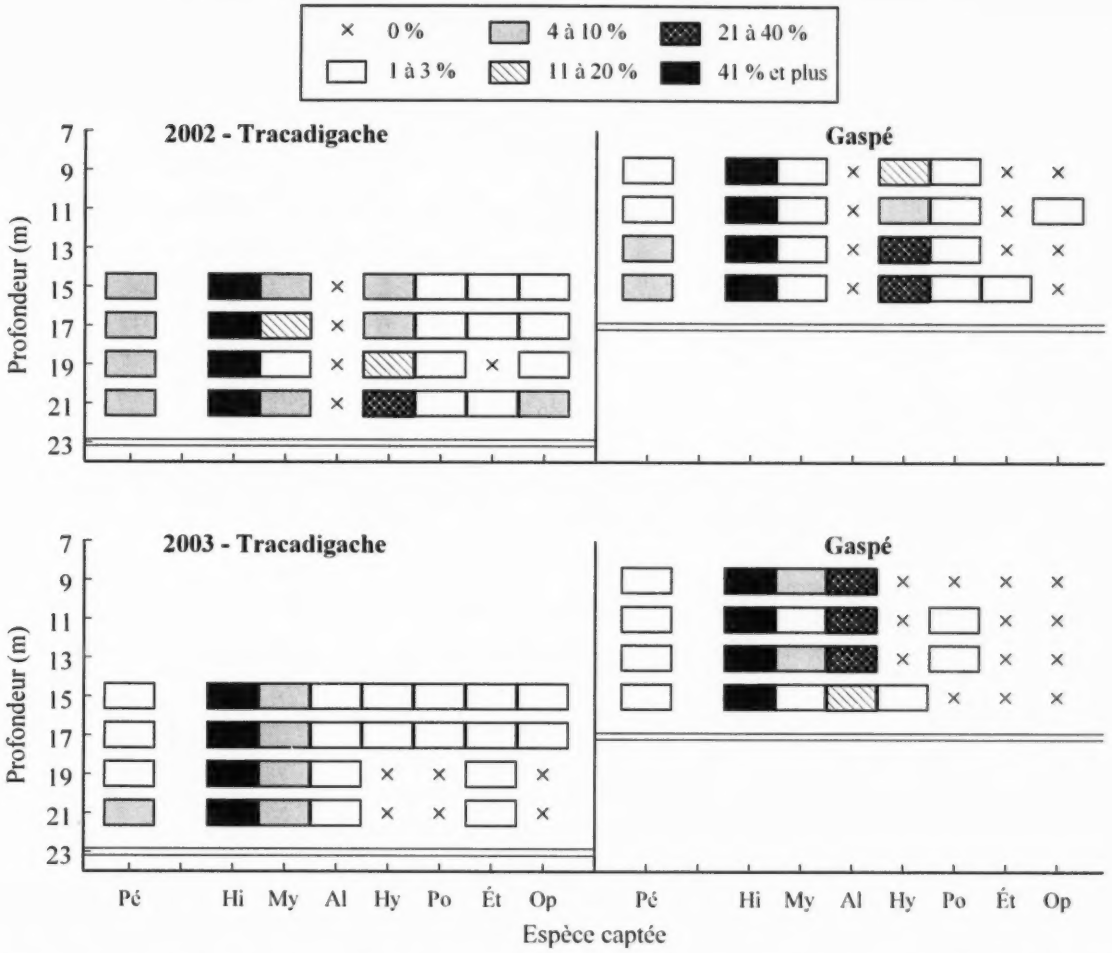


Figure 26. Abondance volumétrique relative (%) de quelques espèces captées (Pé = pétoncle spp., Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Al = algues, Hy = hydrozoaires, Po = polychètes, Ét = étoiles de mer, Op = ophiures), par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur. La ligne double horizontale identifie le fond marin.

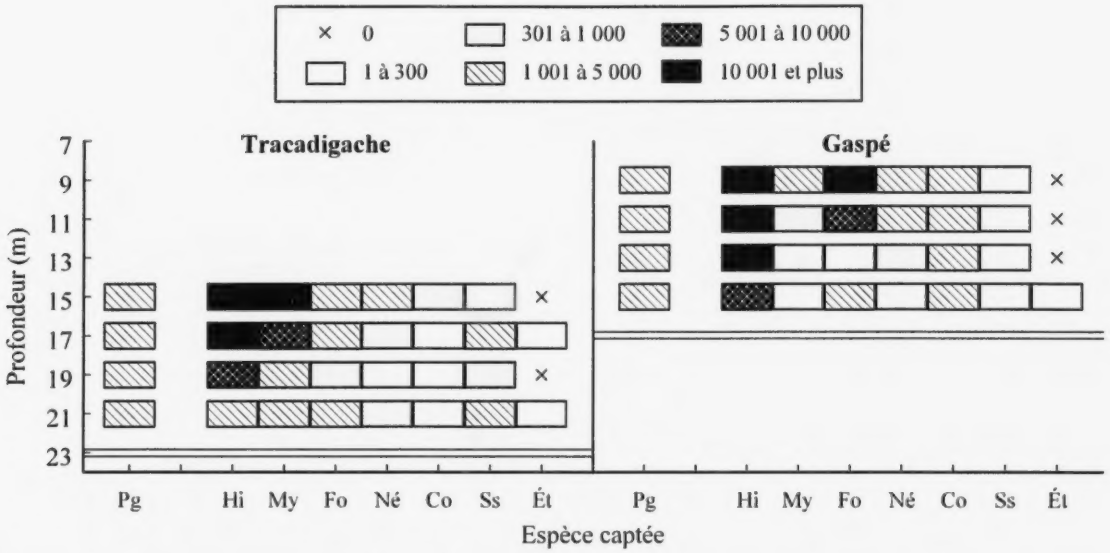


Figure 27. Nombre moyen (individus/capteur) de quelques espèces captées (Pg = pétoncle géant, Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Fo = foraminifères, Né = nématodes, Co = copépodes, Ss = *Spirorbis spirorbis*, Ét = étoiles de mer), par secteur (Tracadigache et Gaspé), après 10 mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur de la série 2002. La ligne double horizontale identifie le fond marin.

Fenêtre temporelle

La date de mise à l'eau des capteurs ne semble pas agir sur l'abondance volumétrique relative des différents taxons présents dans les capteurs du suivi de la fenêtre temporelle de captage des séries 2002 et 2003 (Figure 28 et Annexe 23). Le bivalve *H. arctica* est abondant dans les capteurs à toutes les dates d'immersion, aux deux séries et aux deux secteurs. Pour les autres espèces, dont *Mytilus* spp., les hydrozoaires et les ophiures, leur abondance relative varie beaucoup entre les dates d'immersion et les séries.

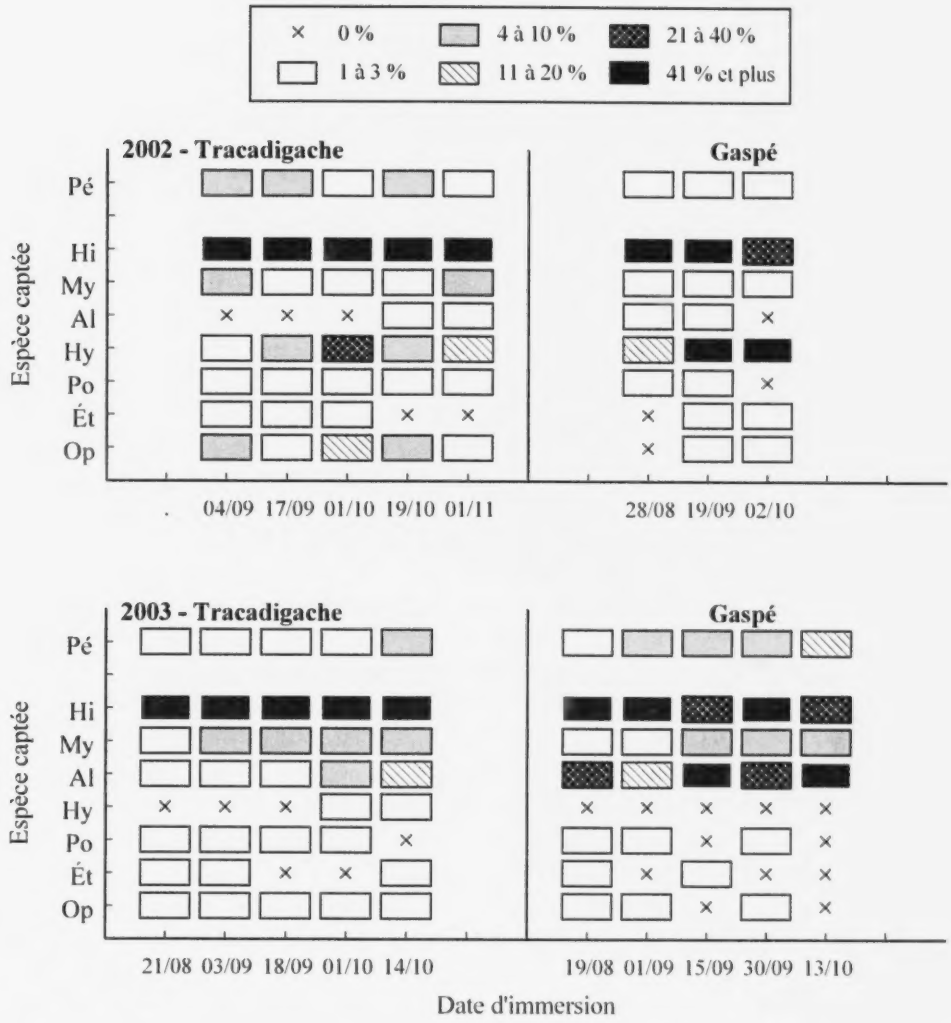


Figure 28. Abondance volumétrique relative (%) de quelques espèces captées (Pé = pétoncle spp., Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Al = algues, Hy = hydrozoaires, Po = polychètes, Ét = étoiles de mer, Op = ophiures), par secteur (Tracadigache et Gaspé) et série (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage.

Les données fournies par le dénombrement des espèces montrent que plusieurs taxons, dont *H. arctica* et *Mytilus* spp., voient leur nombre diminuer avec la date d'immersion des capteurs (Figure 29 et Annexe 24). Ceci suppose que leur fenêtre de captage est similaire à celle des pétoncles.

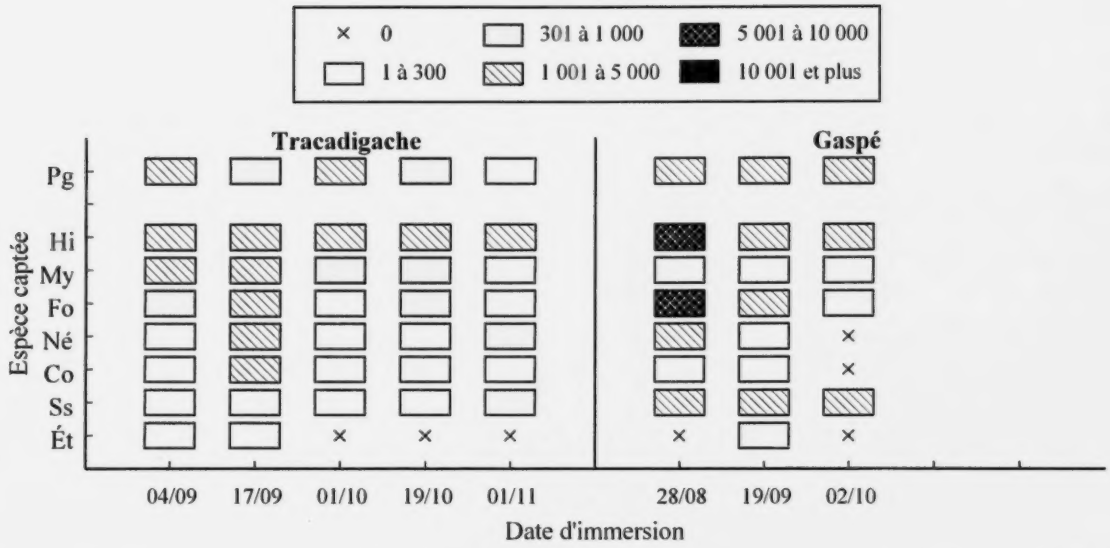


Figure 29. Nombre moyen (individus/capteur) de quelques espèces captées (Pg = pétoncle géant, Hi = *Hiatella arctica*, My = *Mytilus* spp., Fo = foraminifères, Né = nématodes, Co = copépodes, Ss = *Spirorbis spirorbis*, Ét = étoiles de mer), par secteur (Tracadigache et Gaspé) et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage de la série 2002.

4 DISCUSSION

Depuis ses débuts, l'industrie pectinicole québécoise recourt principalement au naissain naturel de pétoncle géant provenant des Îles-de-la-Madeleine pour garnir ses élevages. Le manque de diversité pour l'approvisionnement en naissain est une source d'insécurité pour l'industrie. Par conséquent, la connaissance du potentiel de captage du pétoncle géant ailleurs au Québec, et plus particulièrement en Gaspésie, est considérée comme un atout majeur pour le développement de la pectiniculture québécoise. Dans cette optique, les projets entrepris en 1999 visaient à localiser les meilleurs sites de captages de pétoncles entre Nouvelle (baie Tracadigache) et Cap-aux-Os (baie de Gaspé), soit le long de la rive sud de la Gaspésie, et de préciser la fenêtre temporelle de captage pour bien cibler la date d'immersion des capteurs.

Le capteur utilisé dans ce projet, composé de filets en thermoplastique insérés dans une enveloppe en filet (genre sac à oignon), qui est très répandu dans le monde (Ventilla 1982, Thouzeau 1991a, Cliche et Giguère 1994, Giguère *et al.* 1995, McDonough et Robert 1997, Cliche et Giguère 1998, Urban 2000, Narvarte 2001, Dionne *et al.* 2004), s'est avéré adéquat pour capter le naissain de pétoncles. D'autre part, plusieurs auteurs ont démontré qu'un temps minimal d'immersion des capteurs est nécessaire pour conditionner les capteurs (fixation d'hydrozoaires, de salissures, etc.) et stimuler la fixation des larves de pétoncles (Rodriguez *et al.* 1993, Dionne *et al.* 2004). Les travaux de Harvey *et al.* (1993 et 1995) et Stokesbury et Himmelman (1995) démontrent également l'effet structurant des hydrozoaires sur le captage du pétoncle d'Islande et du pétoncle géant. Par ailleurs, Mortensen *et al.* (2000) mentionnent que la colonisation initiale par les hydrozoaires et un envasement partiel des capteurs peuvent créer un

environnement favorable à la fixation des polychètes. Cyr (2006) a observé que le suivi hebdomadaire (capteurs immergés pendant une semaine) du taux de captage de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine sous-estime le succès cumulé du captage qui est obtenu avec des capteurs immergés sur plusieurs semaines. Une certaine période de conditionnement semble nécessaire pour l'établissement d'une succession biologique (film bactérien, diatomées, hydrozoaires) sur le substrat de captage. Habituellement, les capteurs sont donc immergés quelques semaines avant le début présumé de la fixation du naissain afin d'augmenter leur succès de captage. Le temps de développement des larves de pétoncles avant la métamorphose est, dans nos régions, d'environ cinq semaines (Culliney 1974, Giguère *et al.* 1995). Aux Îles-de-la-Madeleine, les capteurs sont généralement installés en septembre, soit deux semaines après que la majorité des pétoncles géants ait libéré leurs gamètes (Giguère *et al.* 1995, MAPAQ 2001, Dionne *et al.* 2004). Pour connaître le moment d'installation des capteurs, un suivi de la période de la ponte des populations naturelles de pétoncles géants a été effectué sur les gisements localisés à proximité des stations de captage. Les données recueillies de 1999 à 2004 montrent que la ponte des pétoncles géants se produit généralement à la fin août dans la baie des Chaleurs. Sur la base de ces résultats, la majorité des capteurs utilisés lors des travaux réalisés au cours de ces années, sauf pour la fenêtre temporelle de captage, ont été immergés plusieurs jours avant la fixation du naissain.

Le bon déroulement de la ponte devient un élément essentiel pour assurer le succès des activités de captage. Des pétoncles en bonne condition physiologique, situés à proximité les uns des autres et dont la ponte est synchronisée aideront au succès de la reproduction (Claereboudt 1999, Cyr 2006). Posgay (1957) et Claereboudt et Himmelman (1996) mentionnent que des températures de 8 à 12 °C sont optimales pour induire la ponte chez le pétoncle géant. Des fluctuations marquées de la température, de l'ordre de 5 à 8 °C, sont également susceptibles de provoquer la ponte chez le pétoncle (Bonardelli 1994, Himmelman 1995, Bonardelli *et al.* 1996, Cyr *et al.* 2007). Des élévations et fluctuations de température de ces ordres ont été observées à quelques reprises et à chaque année de 1999 à 2003, ce qui permet d'affirmer que les conditions physiques optimales pour assurer le succès de la reproduction sont généralement remplies dans les eaux du sud de la Gaspésie.

4.1 COUVERTURE ANNUELLE ET SPATIALE

Pris dans leur ensemble, les taux de captage de pétoncles peuvent être considérés comme élevés. La moyenne annuelle des nombres de pétoncles spp. (*P. magellanicus* et *C. islandica*) après 3 mois d'immersion se situe entre 2 409 et 12 321 pétoncles/capteur. Le nombre de pétoncles captés n'est pas uniforme sur le territoire gaspésien et il y a beaucoup de variabilité entre les stations. Sur l'ensemble des années échantillonnées, les meilleures stations de captage ont été T-1, T-6, T-8, C-1, G-1 et G-6 avec plus de 6 000 pétoncles/capteur après 3 mois d'immersion. Selon les analyses statistiques, la série (année d'immersion) n'influence pas le succès de captage. Les variations observées sont principalement dues à la station. À l'échelle du secteur, Tracadigache apparaît le plus favorisé pour le nombre de pétoncles captés, suivi en ordre décroissant par Gaspé et Centre.

Les effectifs de pétoncles spp. après dix mois d'immersion sont inférieurs à ceux estimés lors du premier suivi (trois mois), particulièrement à Tracadigache. Le nombre moyen annuel aux trois secteurs a varié de 1 419 à 3 353 pétoncles/capteur. Le secteur Gaspé a le mieux performé après 10 mois avec des moyennes annuelles variant de 2 041 à 6 902 pétoncles/capteur, les stations les

plus performantes étant G-1, G-2, G-6 et G-7. Le secteur Tracadigache vient au second rang avec une moyenne d'environ 2 000 pétoncles/capteur, les meilleures stations étant T-7 et T-8. Le secteur Centre arrive au troisième rang avec une moyenne d'un peu plus de 1 200 pétoncles/capteur, les meilleures stations sont C-5 et C-4. Le décrochage des pétoncles et leur passage entre les mailles des enveloppes ainsi que la mortalité naturelle (incluant la prédation) se retrouvent parmi les causes probables pouvant expliquer une attrition importante du naissain après le premier hiver dans les capteurs.

Après une immersion de 12 ou 14 mois, la réduction des effectifs est encore plus marquée, le nombre moyen annuel des pétoncles spp. chute à environ 350 pétoncles/capteur. Les meilleures stations sont à peu près les mêmes. Après 22 mois en mer, les enveloppes des capteurs sont très endommagées et il ne reste que peu de pétoncles dans les capteurs.

Dans l'ensemble, les succès de captage de pétoncles obtenus dans le cadre des travaux réalisés de 1999 à 2004 en Gaspésie se comparent avantageusement aux valeurs mentionnées pour le pétoncle géant et le pétoncle d'Islande dans la littérature pour le golfe du Saint-Laurent (Naidu et Scaplen 1976, Naidu 1978, Tremblay 1988, Cliche et Giguère 1994, Giguère *et al.* 1995, Hébert et Vigneau 2002, Cliche *et al.* 2003b, Brulotte *et al.* 2004, Dionne *et al.* 2004). Il se pourrait toutefois que les résultats obtenus en Gaspésie ne soient pas nécessairement optimaux, car le choix des dispositifs expérimentaux utilisés lors des travaux a été basé sur les expériences effectuées principalement aux Îles-de-la-Madeleine, sans tenter d'améliorer les équipements.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la performance des capteurs. Il est connu qu'une enveloppe externe avec un maillage trop petit peut causer un ralentissement du courant dans le capteur et accélérer son envasement (Thorarinsdóttir 1991, Thouzeau 1991a et b). Par ailleurs, un maillage trop grand ne sera pas en mesure de retenir les pétoncles lorsque leur byssus se rompt et qu'ils deviennent libres de se déplacer. Un maillage plus petit ou plus gros influencera le nombre de pétoncles captés, mais également celui des prédateurs et des compétiteurs présents dans les capteurs (Pouliot *et al.* 1995, Cashmore *et al.* 1998, Dionne *et al.* 2004). La densité et le type de substrat de fixation déposé dans le capteur sont des facteurs structuraux importants régissant le succès de captage (Cliche et Giguère 1994, Pouliot *et al.* 1995, Cliche et Giguère 1998, Dionne *et al.* 2004, Cliche *et al.* 2009). Pearce *et al.* (2004) spécifient que le nombre de pétoncles dans les capteurs varie significativement avec la localisation, la date d'immersion (en association avec la ponte) et que l'interaction entre ces deux facteurs est elle aussi significative. Des capteurs installés trop tôt ou trop tard seront mal conditionnés, rateront la période où les larves sont abondantes et prêtes à se fixer ou capteront trop d'espèces indésirables.

La durée de l'immersion est un des facteurs pouvant influencer le nombre de pétoncles vivants dans les capteurs au moment de la récupération des filières (Giguère *et al.* 1995). Harvey *et al.* (1995) mentionnent que les capteurs immergés de 10 à 20 jours captent significativement plus de pétoncles que les capteurs immergés seulement 5 jours. Aux Îles-de-la-Madeleine, le nombre de pétoncles captés atteint un maximum après un à deux mois d'immersion. Passé ce laps de temps, les effectifs restent relativement stables la première année puis chutent rapidement par la suite (Cliche et Giguère 1997, Cliche et Cyr 2004). Les effets négatifs du temps sur le captage de *Pecten maximus* ou de *Pecten alba*, soit une réduction des effectifs, une augmentation des espèces indésirables et l'envasement des dispositifs, peuvent survenir plus tôt (après 3 à 8 semaines d'immersion) dans d'autres pays comme l'Australie, la France et l'Écosse (Sause *et al.* 1987, Thouzeau 1991a, Chauvaud *et al.* 1996, Cashmore *et al.* 1998).

Sur la rive sud de la Gaspésie, les effectifs de pétoncles diminuent sensiblement après 10 mois d'immersion, mais les pertes sont nettement plus marquées après plus de 12 mois. Brulotte *et al.* (2004) mentionnent que les capteurs immergés durant une période de huit à neuf mois affichent des effectifs équivalant à ceux mesurés après trois mois d'immersion, ce qui laisse supposer qu'il y aurait peu de pertes de pétoncles durant le premier hiver. Selon d'autres auteurs, toujours aux Îles-de-la-Madeleine, les pertes de pétoncles atteignent 48 % après une année d'immersion (Cyr *et al.* 2007) et 70 % après 14 mois (Nadeau *et al.* 2003).

Les facteurs susceptibles de contribuer à ces pertes sont, entre autres, le brassage des capteurs pendant les tempêtes causant le décrochage des pétoncles et la prédation. Selon Cyr *et al.* (2007), la croissance des espèces indésirables, la mortalité (naturelle ou par prédation) et l'entassement peuvent expliquer les variations du nombre de pétoncles dans les capteurs en fonction du temps d'immersion. Les résultats obtenus en Gaspésie montrent des pertes importantes de pétoncles, de l'ordre de 75 %, survenues au cours du premier hiver à Tracadigache. Par contre, à Gaspé et au Centre, les pertes de pétoncles durant cette même période ont été moindres, soit moins de 50 %. La prédation par les étoiles de mer pourrait être la cause de ces pertes importantes à Tracadigache, étant donné que l'abondance volumétrique relative des étoiles de mer dans les capteurs est comprise entre 3 et 28 % à Tracadigache, 2 et 12 % au Centre et 0,1 et 3 % à Gaspé, après 3 et 10 mois d'immersion.

Les variations annuelles et spatiales du taux de captage de pétoncles peuvent s'expliquer par des variations des facteurs abiotiques (la température de l'eau, la vitesse et la direction des courants, le type de support à la fixation, etc..) et biotiques (la concentration et l'emplacement des géniteurs, le synchronisme entre la ponte et l'installation des capteurs, l'abondance de la nourriture, etc.) (Brulotte *et al.* 2004, Cyr *et al.* 2007). Bonardelli *et al.* (1996) ont observé que le frai se produit habituellement plus tard, mais est généralement plus synchrone à Bonaventure et Carleton, et que la fréquence du frai varie entre les sites. Ces auteurs mentionnent aussi que les événements de frai partiel sont plus fréquents à Gascon (secteur Centre) qu'à Carleton. Ces facteurs auront un impact plus ou moins important sur le succès de la reproduction, le développement et la survie des larves et par le fait même sur la réussite du captage de naissain. D'après Buestel *et al.* (1979), la quantité de pétoncles captés, une année donnée, est fonction de l'état du stock des reproducteurs et des conditions environnementales. Les conditions environnementales influencent le déplacement et la survie des larves et sont à l'origine des variations interannuelles du taux de captage (Chauvaud *et al.* 1996). Étant donné que le moment de la ponte, la durée de la période larvaire et le patron de circulation des masses d'eau varient sensiblement d'une année à l'autre, il est probable que le patron de dispersion des larves et, par conséquent, le succès de captage varieront également d'une année à l'autre.

Il ne semble pas y avoir de différences suffisamment importantes de la température de l'eau pour expliquer les écarts du succès initial (mesuré après trois mois d'immersion) de captage entre Tracadigache et Gaspé. Tamigneaux et Thomas (2004), qui ont mesuré la température, la salinité, la fluorescence *in situ*, la chlorophylle *a* et le seston d'août à novembre 2000 à différentes stations dans les baies Tracadigache, de Cascapédia et de Gaspé, concluent que les paramètres mesurés évoluent de la même façon à toutes les stations, et que bien souvent, il y a peu ou pas de différences dans les valeurs obtenues entre les différentes baies.

Les résultats obtenus en Gaspésie montrent que les pétoncles captés sont surtout concentrés à Tracadigache et Gaspé, des concentrations qui pourraient s'expliquer par la présence de courants giratoires. Sinclair *et al.* (1985) mentionnent que plusieurs agrégations de pétoncles exploitées

commercialement coïncident généralement avec des sites où les marées induisent des courants cycloniques. Le courant dans la baie des Chaleurs se déplace vers l'ouest sur la rive nord et vers l'est sur la rive sud. Il y a un fort gradient vertical de température et un gradient horizontal distinct de température et des résurgences fréquentes le long de la rive nord de la baie des Chaleurs, surtout à Bonaventure (Bonardelli *et al.* 1993, Lavoie et El-Sabh 1996, Gagnon 1997).

Selon Claereboudt et Himmelman (1996), la présence d'un courant de forte vélocité à Bonaventure augmente la turbulence dans la colonne d'eau et la concentration de phytoplancton benthique, comparativement aux sites Pabos (entre Chandler et Grande-Rivière), Saint-Godefroi (près de Paspébiac) et Carleton. Raby *et al.* (1994) ont étudié la distribution des larves de bivalves dans des eaux stratifiées et des eaux homogènes (mélangées) et affirment que le nombre de larves de bivalves est cinq fois plus élevé à Caplan (près de New Richmond) qu'à Grande-Rivière et que la nourriture et les larves sont mieux distribuées dans des eaux homogènes que dans des eaux stratifiées. Cette hypothèse expliquerait pourquoi le nombre de pétoncles captés lors de nos travaux est plus élevé à la station C-1 (New Richmond) qu'à C-5 (Grande-Rivière) après trois mois d'immersion.

La proportion de pétoncles géants dans les capteurs après dix mois d'immersion à Tracadigache est élevée (83 % en moyenne) et constante d'une année à l'autre. La tendance est toutefois différente aux deux autres secteurs, la proportion des pétoncles géants étant généralement plus faible à Gaspé (59 %) et au Centre (36 %). Le rapport géant/Islande est plus faible aux stations C-4, C-5, C-6 et G-4 avec moins de 11 %. Les différences spatiales observées dans la proportion des pétoncles géants pourraient s'expliquer par une distribution spatiale différente des deux espèces ou un effet expérimental.

Le pétoncle géant se retrouve dans les eaux à des températures de 0 à 18 °C (Couturier *et al.* 1995). Il est présent dans l'ouest de l'Atlantique Nord, de la Virginie jusqu'au Labrador (MPO 2006). Au Québec, il se retrouve principalement dans le sud du golfe du Saint-Laurent autour des Îles-de-la-Madeleine, dans la baie des Chaleurs et à l'occasion sur la Basse-Côte-Nord (MPO 2007).

Le pétoncle d'Islande est une espèce subarctique, il s'étend sur la côte ouest de l'Atlantique, du Labrador jusqu'à la région du cap Hatteras (Brand 2006). C'est une espèce mieux adaptée aux eaux froides que le pétoncle géant (Guay 2006, Brand 2006). En Europe, le pétoncle d'Islande se retrouve dans des eaux où la température varie entre -1,3 °C et 9,5 °C (Wiborg 1963). Au Québec, le pétoncle d'Islande est abondant le long de la Côte-Nord et sur la rive nord de la Gaspésie (Giguère *et al.* 2000). Dans la baie des Chaleurs et aux Îles-de-la-Madeleine, sa distribution est légèrement déplacée vers des eaux plus froides et plus profondes, par rapport à celle du pétoncle géant (Giguère *et al.* 2000, MPO 2007). Ces auteurs indiquent également une faible présence, voire l'absence, du pétoncle d'Islande dans le fond de la baie des Chaleurs. Le pétoncle d'Islande serait présent en faible densité de Bonaventure à Grande-Rivière et dans la baie La Malbaie et présent dans la baie de Gaspé dans la portion centrale plus profonde (H. Bourdages, MPO région du Québec, comm. pers.). De plus, selon les données recueillies lors du relevé des poissons de fond du MPO, il y aurait un gisement de pétoncle d'Islande sur le banc des Américains situé à une trentaine de kilomètres à l'est de la baie de Gaspé et de la baie La Malbaie. D'autre part, Legendre et Watt (1970) et Gagnon (1997) mentionnent que le patron de circulation dans la baie des Chaleurs serait à l'origine de la formation d'un tourbillon cyclonique dans la partie est de la baie où la production primaire serait très élevée. Jumelé à de forts vents d'ouest persistants, ce tourbillon provoquerait un phénomène de remontées d'eaux profondes qui

crée des zones libres de glace en hiver entre Paspébiac et Grande-Rivière. Ces remontées correspondent aux zones d'upwelling décrites par Bonardelli (1994) pour le secteur de Gascon (entre Paspépiac et Chandler). L'absence de glace, signe d'un courant plus fort, expliquerait la présence de pétoncles d'Islande au profit des géants, car il est connu que les pétoncles d'Islande se retrouvent souvent dans des zones de courants forts où le mélange de la colonne d'eau est plus intense (Lambert et Préfontaine 1995).

Ces différences dans la distribution spatiale des deux espèces de pétoncle présentes dans la baie des Chaleurs expliqueraient en bonne partie la prépondérance du captage de pétoncles géants dans la baie Tracadigache et la présence assez importante des pétoncles d'Islande dans le secteur Centre. Dans la baie de Gaspé, les données sont plus variables d'une année à l'autre, mais peuvent dépendre des courants marins ayant préséance au moment du captage puisque les deux espèces y sont présentes.

Le pétoncle d'Islande a un mode de vie plus sédentaire que le pétoncle géant, grâce à une production de byssus importante, et ce, même à l'âge adulte (Guay 2006). Caddy (1972) mentionne que le taux de formation de byssus chez le pétoncle géant est très sensible aux conditions environnementales et qu'il diminue avec l'augmentation de la taille. Ainsi, des courants ou un brassage suffisamment forts pourraient provoquer le bris du byssus des pétoncles géants sans affecter les pétoncles d'Islande. Ceci serait susceptible d'influencer localement le rapport entre les deux espèces de pétoncles et pourrait aussi expliquer les variations annuelles de la proportion des deux espèces dans les capteurs.

Bien qu'il soit difficile d'expliquer la variabilité du succès de captage aux différentes stations et secteurs, cette étude a permis de circonscrire deux secteurs, Tracadigache et Gaspé, où les quantités de pétoncles géants captés sont élevées et pourraient probablement supporter des activités commerciales de captage.

4.2 Effet de la profondeur

Sur la base des résultats obtenus avec la série 2002, l'abondance des pétoncles spp. sur les capteurs semble être plus élevée entre 13 et 17 m de profondeur, et ce, aux deux secteurs. Cependant, l'abondance diminue en se rapprochant du fond à Tracadigache et en s'éloignant du fond à Gaspé. Les tendances sont sensiblement les mêmes pour le pétoncle géant. Cependant, aucune différence significative n'a été décelée entre les profondeurs avec les analyses effectuées.

Plusieurs études ont vérifié la distribution des larves de pétoncle géant en fonction avec la thermocline et la disponibilité de nourriture. Tremblay et Sinclair (1990 et 1992) ont observé sur le banc Georges des pics d'abondance larvaire lorsqu'il y a une importante stratification thermique et affirment que l'étendue des regroupements larvaires est en relation avec le degré de stratification dans la colonne d'eau. Une autre étude réalisée dans la baie de Fundy mentionne que les larves sont distribuées partout dans la colonne d'eau, mais avec des pics de concentration associés à la thermocline à des profondeurs situées entre 5 et 20 m (Tremblay et Sinclair 1988). Gallager *et al.* (1996), qui ont testé la distribution verticale des larves de pétoncles en laboratoire, concluent que, de façon générale, les larves restent au-dessus de la thermocline. De plus, ces auteurs mentionnent qu'une augmentation rapide de la viscosité cinématique reliée à la diminution de la température au niveau de la thermocline peut retarder le mouvement des larves et favoriser leur rétention au-dessus de cette interface. Ils ont aussi vérifié la distribution larvaire du pétoncle géant en laboratoire et ont remarqué des pics d'abondance à la surface de l'eau, juste

au-dessus de la thermocline. Les travaux de Pearce *et al.* (1996) en milieu naturel et de Manuel *et al.* (2000) en laboratoire ont aussi révélé que l'abondance des larves de pétoncle est plus élevée au-dessus de la thermocline. Les variations verticales et saisonnières de la température de l'eau observées en 2003 (Annexes 4 et 5) montrent une thermocline se situant entre 10 et 15 m de profondeur durant l'été et une homogénéité de la température sur toute la colonne d'eau à partir de la mi-octobre à Tracadigache et du début novembre à Gaspé.

Giguère *et al.* (1995) ont observé, aux Îles-de-la-Madeleine, que la position du capteur dans la colonne d'eau a une influence sur le succès de captage du pétoncle géant. Selon ces auteurs, les densités maximales sont obtenues entre 16 et 25 m de profondeur, peu importe la profondeur totale de la colonne d'eau. Ils mentionnent, de plus, qu'en septembre 1994 aux Îles-de-la-Madeleine, la thermocline variait entre 18 et 25 m selon la station. Toutefois, les résultats observés sur plusieurs années aux Îles-de-la-Madeleine ne semblent pas toujours suivre cette règle (Brulotte *et al.* 2004). De plus, les conditions hydrologiques observées le long des côtes du sud de la Gaspésie sont probablement différentes de celles des Îles-de-la-Madeleine. La proximité de la côte, le nombre élevé de rivières, le grand estuaire qu'est la baie des Chaleurs, la pente du fond marin et l'absence d'un grand plateau uniforme font que la circulation des masses d'eau doit différer entre ces deux régions.

Plusieurs auteurs mentionnent qu'il y a des profondeurs où la fixation du pétoncle est maximale. Pearce *et al.* (1996), entre autres, précisent que pour améliorer la fixation des larves de pétoncle géant dans les eaux stratifiées, les capteurs doivent être positionnés au-dessus ou dans la couche de stratification plutôt qu'au fond de la colonne d'eau. Pour le pétoncle géant, la profondeur optimale serait de 12 m à Terre-Neuve (Naidu et Scaplen 1976), de 9 à 22,5 m dans la baie de Chaleurs (Bonardelli 1988) et entre 22 et 27 m (5 à 8 m du fond) aux Îles-de-la-Madeleine (Cyr *et al.* 2007). La profondeur optimale de captage du pétoncle d'Islande se situerait à 16 m en Gaspésie (Harvey *et al.* 1993) et de 24 à 27 m sur la Côte-Nord (Guay 2006). Le succès de captage pour d'autres espèces de pétoncles semble généralement supérieur entre 2 et 10 m du fond (Hortle et Cropp 1987, Thouzeau 1991a, Burnell *et al.* 1995, Cashmore *et al.* 1998).

Il est possible que sur la rive sur de la Gaspésie, la présence ou non de stratification et d'une thermocline favorise la fixation du naissain à différents niveaux selon le secteur, l'année ou l'espèce. Les variations interannuelles étant importantes, il faudrait une série plus longue et, en parallèle, un suivi des conditions environnementales pour mieux préciser la profondeur optimale d'installation des capteurs.

4.3 Fenêtre temporelle

Il y a beaucoup de variabilité entre les secteurs et les séries, d'où la difficulté d'identifier précisément la fenêtre de captage des pétoncles géants et d'Islande sur la rive sud de la Gaspésie. Le pic de captage, soit le moment où le nombre de pétoncles captés atteint un sommet, a probablement eu lieu au début octobre, soit de quatre à six semaines après la ponte. La variabilité des résultats obtenus pourrait être en lien avec des conditions environnementales particulières (ex. lessivage des capteurs causé par un fort brassage) jumelé à une date de ponte imprécise et à un effet de site à petite échelle.

Bonardelli (1987) a observé que la période de ponte du pétoncle géant s'étalait de la mi-août au début septembre aux sites de Gascon, Bonaventure et Carleton de 1985 à 1987, mais dans son

cas, l'intervalle de temps entre la ponte et la fixation était d'environ deux mois et la période du recrutement maximal se situait entre le 28 octobre et le 11 novembre.

Aux Îles-de-la-Madeleine, Brulotte *et al.* (2004) mentionnent que les pétoncles géants et d'Islande se fixent entre la fin du mois de septembre et le début du mois de novembre, selon l'année et le secteur échantillonné. Ils ajoutent que le pic de captage apparaît vers la mi-octobre, soit six à huit semaines après la ponte du pétoncle géant, qui elle varie selon les années entre la mi-août et la mi-septembre. Selon ces auteurs, ce pic persiste habituellement moins de deux semaines et est relativement synchrone entre les stations d'un même secteur, mais peut varier entre les secteurs. Cyr *et al.* (2007) ont aussi observé des différences du succès de captage entre les années pour le pétoncle géant. Ils précisent qu'en 2003, la période de captage se situait 5 à 9 semaines après le début de la ponte, avec un pic à la 7^{e} semaine, tandis qu'en 2004, la période de fixation s'était déroulée de la 7^{e} à la 9^{e} semaine après le début de la ponte. À la suite de travaux réalisés antérieurement, Giguère *et al.* (1995) mentionnent une durée de la ponte relativement semblable d'une année à l'autre, un délai de 20 à 30 jours après celle-ci pour le début de la fixation du naissain et une fenêtre de captage du pétoncle s'étalant du début octobre à la mi-novembre pour cette même région.

Les résultats obtenus ne permettent toutefois pas de préciser la fenêtre de captage du pétoncle d'Islande, car le nombre d'individus captés a été, dans tous les cas, très faible. Il est possible que la ponte du pétoncle d'Islande ne se produise pas en même temps que celle du pétoncle géant, comme le mentionne Himmelman (1995) pour la baie des Chaleurs. Selon cet auteur, la ponte du pétoncle d'Islande s'est produite au cours des trois premières semaines de juillet 1990 et 1991, soit un mois avant celle du pétoncle géant. Une ponte plus précoce du pétoncle d'Islande en Gaspésie et des dates relativement tardives de l'immersion des capteurs pourraient expliquer les succès de captage plus faibles pour cette espèce. Par contre, Giguère *et al.* (1994), qui ont étudié le cycle reproducteur du pétoncle géant et du pétoncle d'Islande aux Îles-de-la-Madeleine, ont remarqué que la période de ponte du pétoncle d'Islande chevauche celle du pétoncle géant, mais s'étend toutefois sur une plus longue période. Avant de conclure définitivement sur le sens à donner aux résultats, il faudrait prolonger de quelques années l'acquisition de données.

4.4 Croissance

Les travaux réalisés en Gaspésie de 1999 à 2004 indiquent des différences de croissance entre les deux espèces, les secteurs et les séries. Giguère *et al.* (1998) notent que la croissance (dimension de la coquille et masse du muscle abducteur) du pétoncle d'Islande au Québec est plus lente que celle du pétoncle géant. Cette différence entre les espèces est, d'ailleurs, visible en Gaspésie après 14 mois d'immersion, le pétoncle géant atteint alors une taille moyenne de 9,1 mm comparativement à 4,4 mm pour le pétoncle d'Islande. Les observations réalisées après 22 mois d'immersion montrent que la croissance du pétoncle géant (taille moyenne de 17 mm) est près de deux fois plus rapide que celle du pétoncle d'Islande (9 mm).

Les données révèlent également l'importance du site (courant, nourriture, profondeur, température, etc.) sur la croissance des pétoncles. Déjà après trois mois d'immersion, le secteur Gaspé performe mieux que Tracadigache et cette tendance s'accentue avec l'augmentation du temps d'immersion, et ce, autant pour le pétoncle géant que le pétoncle d'Islande. Cependant, après dix mois d'immersion, la croissance du pétoncle géant est plus élevée au secteur Centre, les stations C-4, C-5 et C-3 étant plus performantes. La présence d'une circulation cyclonique

dans le centre de la baie de Chaleurs (entre Paspébiac et Port-Daniel) provoquerait, selon quelques auteurs, une forte production primaire (Legendre et Watt 1970, Legendre 1971). Claereboudt et Himmelman (1996) affirment également que des conditions favorables à la croissance des suspensivores se retrouvent dans la région de Bonaventure. L'orientation de la côte, jumelée à des vents dominants d'ouest et la génération d'un transport d'Ekman favorisent des remontées importantes d'eau profonde dans la région de Bonaventure (Lavoie et El-Sabh 1996).

Vahl (1980) mentionne que le pétoncle d'Islande aurait une croissance réduite en présence de matière inorganique particulaire. La présence de matière organique particulaire peut, elle aussi, influencer la croissance chez les bivalves. En effet, une dilution des matières organiques particulaires (MOP) par les matières inorganiques particulaires (MIP) peut entraîner une diminution ou même l'arrêt de l'alimentation du pétoncle d'Islande, ce qui provoque, par le fait même, une réduction de la croissance (Wallace et Reinsnes 1985). Ces auteurs concluent que ce sont les différentes conditions de nourriture et le rapport entre la MOP et MIP dans la partie supérieure et inférieure de la colonne d'eau qui expliquent les différences de croissance. De plus, ils soutiennent que la température et la quantité de nourriture influencent davantage la croissance que la salinité et le courant.

Une étude de Gallager *et al.* (1996) menée en laboratoire a démontré que la croissance des larves de pétoncles est plus importante sur l'ensemble de la colonne dans les eaux homogènes, mais supérieure au-dessus de la thermocline dans les eaux stratifiées. Brulotte *et al.* (2008), qui ont testé différentes structures d'élevage pour le pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine, ont démontré que la croissance des pétoncles juvéniles élevés dans la colonne d'eau est supérieure à ceux sur le fond. Selon eux, les pétoncles près du fond ont un accès limité aux sources de nourriture. Wallace et Reinsnes (1984) mentionnent également que l'accroissement de la taille du pétoncle d'Islande est plus favorisé dans la colonne d'eau qu'à proximité du fond.

Plusieurs auteurs observent une diminution de la croissance avec une augmentation de la profondeur. Wallace et Reinsnes (1985) rapportent que la croissance de juvéniles de pétoncles d'Islande est plus élevée à une profondeur de 12 m qu'à 40 m alors que Thouzeau *et al.* (1991) remarquent une croissance plus faible aux endroits plus profonds sur le banc Georges. Une étude portant sur *Argopecten purpuratus* au Chili révèle que la croissance de la coquille est supérieure pour les pétoncles suspendus près de la surface comparativement à ceux situés près du fond (Avendaño *et al.* 2008). Dans cette étude, les facteurs limitant la croissance près du fond sont la température et la sédimentation d'un bloom de grosses cellules phytoplanctoniques. MacDonald et Thompson (1985) mentionnent que la croissance somatique et celle de la coquille sont plus élevées chez des populations de pétoncle géant vivant dans de meilleures conditions de nourriture et de température, de telles conditions étant souvent associées à des sites de faibles profondeurs. Thébault *et al.* (2008), rapportent qu'une élévation de la température et une concentration en carbone organique particulaire supérieure à 2,5 mg/l stimulent la croissance de *A. purpuratus*. Girault *et al.* (2005) n'ont toutefois pas vu de différence significative dans la croissance des pétoncles géants testés dans des structures d'élevage immergées de 3 à 12 m sous la surface dans la baie de Gaspé.

La croissance plus élevée observée à quelques stations du secteur Centre après dix mois d'immersion en Gaspésie ne peut toutefois pas être liée aux écarts de profondeur entre les secteurs. La profondeur aux stations performantes du secteur Centre varie de 9 à 15 m, soit des valeurs similaires à celles rencontrées aux autres stations du secteur Centre et Gaspé. Par

ailleurs, la croissance des pétoncles est similaire après 10 mois d'immersion entre 2 et 8 m au-dessus du fond (ou 9 à 21 m de profondeur).

L'étude de Louro *et al.* (2007) portant sur l'élevage en suspension de *P. maximus*, révèle que le taux de croissance des juvéniles est plus élevé à faible densité qu'à forte densité. Fréchette *et al.* (2000) notent qu'en présence d'autres espèces suspensivores compétitrices, la croissance du pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine est affectée négativement. Wildish *et al.* (1988) et Girault *et al.* (2005) disent que la présence de compétiteurs sur (et dans) la structure fait en sorte que ceux-ci rivalisent avec les pétoncles pour la nourriture. Aux Îles-de-la-Madeleine, *M. edulis* et *H. arctica* sont deux bivalves abondants qui rivalisent fortement avec le pétoncle pour la nourriture et l'espace dans les capteurs (Giguère *et al.* 1995). Toutefois, lors des essais effectués en Gaspésie, l'ensemble des bivalves (suspensivores) sont bien souvent plus abondants à Gaspé qu'à Tracadigache. Pourtant, la croissance des pétoncles semble généralement plus rapide à Gaspé qu'à Tracadigache.

Les résultats de Claereboudt et Himmelman (1996) montrent, par ailleurs, une augmentation de la croissance journalière sur les gisements naturels de pétoncles géants de la baie des Chaleurs (34,5 µm/jour à Pabos, 36,0 µm/jour à Saint-Godefroi et 47,9 µm/jour à Carleton). Selon eux, cette augmentation s'explique par une augmentation d'est en ouest de la disponibilité de la nourriture (du simple au triple) et de la température moyenne (2,3 °C). Selon Thouzeau *et al.* (1991), la croissance journalière du pétoncle géant dans le secteur du banc Georges atteint 51,5 µm/jour durant sa première année. De façon générale, la croissance du pétoncle géant dans le golfe du Saint-Laurent est plus lente que celle dans le golfe du Maine et la baie de Fundy (Chouinard et Mladenov 1991). En ramenant les tailles standardisées obtenues dans notre étude en croissance journalière, les résultats obtenus pour le pétoncle géant (19 à 39 µm/jour) s'avèrent légèrement inférieurs aux valeurs présentes dans la littérature.

4.5 Salissures marines, espèces associées et prédateurs

L'adhésion de salissures marines sur les structures immergées en eau de mer peut accélérer la dégradation des matériaux utilisés et affecter la performance des dispositifs de captage ainsi que la croissance et la survie des organismes qui y logent. Des salissures marines, souvent d'origine biologique, ont été retrouvées, parfois en abondance, sur les dispositifs expérimentaux (filières et capteurs). L'abondance des salissures sur les capteurs varie principalement en fonction du secteur, tandis que la profondeur, la date et la durée de l'immersion ont peu d'effet. Dans la majorité des cas, les salissures sont plus abondantes à Gaspé qu'à Tracadigache. La variation de l'abondance des salissures ainsi que l'augmentation progressive des dommages observés sur les capteurs au cours des travaux pourraient s'expliquer par des perturbations environnementales et mécaniques. L'accumulation de salissures sur les capteurs peut, comme le mentionne entre autres Cyr (2006), réduire la flottabilité des installations, provoquer le frottement des filières sur le fond et permettre l'entrée de prédateurs dans les capteurs. Par ailleurs, aux sites moins protégés des tempêtes et des activités humaines (ex. pêche), les filières de captage seront plus brassées, lessivées et endommagées. Les capteurs installés plus en surface sont, par le fait même, plus secoués que ceux installés en profondeur. Le brassage réduira l'abondance des salissures, mais pourra aussi avoir un effet réducteur sur les effectifs de pétoncles. Claereboudt *et al.* (1994) ont observé une diminution des salissures sur des structures d'élevage avec l'augmentation de la profondeur à Grande-Rivière et Gascon, réduction qui, selon eux, est en lien avec la diminution de la température et de l'éclairage.

La présence de salissures marines peut aussi affecter la croissance des organismes captés. Selon certains auteurs, l'accumulation de salissures sur les dispositifs expérimentaux réduit la circulation de l'eau, mais ne diminue pas la quantité ou la qualité des particules de nourriture disponibles pour les pétoncles (Ross *et al.* 2002 et 2004, Brand et Ross 2006). Ross *et al.* (2002) affirment que la présence de salissures sur les filets crée un environnement unique pour les pétoncles se trouvant à l'intérieur. Selon eux, le phytoplancton associé aux salissures contribue à réduire le taux de nitrate et d'ammoniaque en absorbant le nitrate inorganique présent. Les salissures stimulent également la production primaire en libérant des nutriments. Enfin, Grecian *et al.* (2000) abondent dans le même sens, la croissance du pétoncle est meilleure dans les structures où il y a une quantité importante de salissures.

Par contre, plusieurs auteurs sont plutôt d'avis que la présence de salissures sur les structures a des effets négatifs sur les organismes. Wildish *et al.* (1988) et Girault *et al.* (2005) mentionnent que les salissures peuvent limiter la circulation des nutriments dans les dispositifs d'élevage. En Chine, Su *et al.* (2008) révèlent que la présence des salissures sur et dans les structures d'élevage augmente la consommation d'oxygène et la production d'ammoniaque et de phosphate, ce qui peut réduire la croissance et la survie de *Chlamys nobilis*. Lodeiros et Himmelman (1996) rapportent que la croissance de *Euvola ziczac* est plus faible lorsqu'il y a des salissures sur les paniers que directement sur la coquille. Dans leur étude, la présence importante d'organismes envahissants fait en sorte qu'ils consomment des particules organiques qui deviennent ainsi moins disponibles aux pétoncles. Claereboudt *et al.* (1994) ont aussi observé une diminution de la croissance des pétoncles élevés dans des paniers japonais sales en comparaison de ceux maintenus dans des paniers propres.

Dans le cas des capteurs installés en 2002, la proportion des enveloppes couvertes de salissures après 10 mois d'immersion est relativement faible à Tracadigache, soit généralement moins de 50 % de la surface de l'enveloppe, et légèrement plus à Gaspé. Par contre, après 14 mois d'immersion, la superficie des enveloppes couvertes de salissures chute à moins de 30 %. Ces faibles taux de salissures n'ont probablement eu aucun impact majeur sur la croissance des pétoncles captés.

Dionne *et al.* (2004) affirment que les capteurs de pétoncles ne sont pas spécifiques à ce bivalve et offrent un substrat idéal à bien d'autres espèces d'invertébrés. Ce qui est confirmé par la présence d'une quarantaine de taxons dans les capteurs installés de 1999 à 2003 sur la rive sud de la Gaspésie. La diversité des espèces présentes dans les capteurs est assez similaire entre les trois secteurs, Tracadigache, Centre et Gaspé. Cette diversité s'apparente à celle notée dans des capteurs immergés au sud des Îles-de-la-Madeleine (Giguère *et al.* 1995, Pouliot *et al.* 1995, Brulotte *et al.* 2004, Cyr *et al.* 2007).

Dans les trois secteurs étudiés, la principale espèce captée (en volume) est *H. arctica,* suivie par les pétoncles, les hydrozoaires, *Mytilus* spp., et les étoiles de mer, mais en proportion variable selon les secteurs et les durées d'immersion. La présence de certains taxons comme les foraminifères, *S. spirorbis* et les copépodes, quoiqu'abondants, ne causent vraisemblablement aucun préjudice à la croissance et à la survie des pétoncles. À Tracadigache, les capteurs abritent presque autant de *Mytilus* spp. que de *H. arctica*, tandis qu'à Gaspé, *H. arctica* domine nettement toutes les espèces. De plus, *H. arctica* semble plus abondante dans les capteurs installés plus en surface. Après 22 mois d'immersion, la quantité de crabes et d'étoiles de mer, suffisamment gros pour se nourrir des pétoncles captés, est relativement importante avec des densités moyennes de 5 et 12 individus/capteur respectivement.

Pour Claereboudt *et al.* (1994), *M. edulis*, *H. arctica* et l'hydrozoaire *Obelia gelatinos* sont les principales espèces présentes dans le secteur de Grande-Rivière alors que pour celui de Gascon, c'est l'hydrozoaire *Tubularia larynx* qui domine en été et *M. edulis* et *H. arctica* en automne. Greene et Grizzle (2007), qui ont étudié la succession de salissures sur des enclos d'élevage de poissons dans l'ouest du golfe du Maine, ont observé que *M. edulis*, les caprellidés, *Jassa marmorata* (un amphipode), *H. arctica*, *Anomia* sp. et *Asterias rubens* sont, par ordre décroissant, les principales espèces rencontrées. Au Groenland, l'abondance et la biomasse de *H. arctica* sont très variables, mais avec des pics d'abondance observés à 20 m de profondeur (Serj *et al.* 2002).

Khalaman et Komendantov (2007) ont étudié les effets réciproques de trois espèces envahissantes, *M. edulis*, *H. arctica* et les ascidies sur leur croissance et leur mortalité. De ces trois espèces, c'est *M. edulis* qui est la plus « agressive », puisqu'elle a causé la mort de toutes les ascidies et affecté la croissance de *H. arctica*. Ces auteurs avancent l'hypothèse que la formation de byssus chez *M. edulis* serait un comportement actif pour nuire à ses compétiteurs et prédateurs. La présence de cette espèce peut aussi nuire aux pétoncles en empêchant leur mouvement et restreindre le mécanisme de filtration. Girault *et al.* (2005) et Brulotte *et al.* (2008) ont vu la mobilité des pétoncles réduite par les byssus de moules dans des dispositifs d'élevage. Une telle compétition agressive de *M. edulis* n'est pas apparente dans les zones mytilicoles de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine où les capteurs et les boudins d'élevage de moules semblent au contraire être affectés négativement par les ascidies et même par *H. arctica* (B. Thomas, MAPAQ Grande-Rivière, comm. pers.).

Dans l'étude de Girault *et al.* (2005), *M. edulis* et *H. arctica* sont les espèces indésirables les plus rencontrées dans la baie de Gaspé, *M. edulis* étant présente surtout de 6 à 9 m de profondeur et *H. arctica* dominante à 12 m de profondeur. Cliche et Giguère (1998) précisent qu'aux Îles-de-la-Madeleine, *M. edulis* se fixe préférentiellement sur les capteurs installés plus près de la surface. Selon Cyr *et al.* (2007), *H. arctica* et *M. edulis* sont plus abondantes à 2 et 8 m du fond respectivement.

Parmi les espèces présentes dans les capteurs, les prédateurs sont sans contredit ceux qui peuvent réduire significativement et rapidement les effectifs de pétoncles captés. Les prédateurs les plus dommageables sont les crabes et les étoiles de mer (Barbeau *et al.* 1994, Nadeau et Cliche 1998). Cyr *et al.* (2007) mentionnent que les étoiles de mer sont significativement plus abondantes à 8 m qu'à 2 m du fond dans les capteurs installés aux Îles-de-la-Madeleine. À Terre-Neuve, la prédation du pétoncle géant par les étoiles de mer est importante à des profondeurs de moins de 8 m (Naidu et Scaplen 1976).

Giguère *et al.* (1995) affirment qu'il est possible de limiter sensiblement l'abondance des espèces indésirables aux Îles-de-la-Madeleine en immergeant les capteurs à la mi-septembre et en évitant de les placer aux stations situées près des côtes. Selon eux, le pic de fixation de la majorité des espèces indésirables se situe en août et en septembre. De plus, selon Cyr (2006), un suivi serré (hebdomadaire) du captage des pétoncles et des autres espèces permet de mieux cibler la date d'immersion des capteurs et réduire ainsi les espèces dites indésirables. Le pic de captage des étoiles semble, lui aussi, être un peu plus tôt que celui du pétoncle soit en août et début septembre (Nadeau et Cliche 2002, Nadeau *et al.* 2003). Mais comme la période de fixation de ces compétiteurs ne semble être qu'un peu plus tôt que celle du pétoncle géant, il devient difficile pour un pectiniculteur de les éviter puisque le temps d'installation des capteurs peut prendre quelques semaines (Brulotte *et al.* 2004). D'après ces informations, il serait difficile de

restreindre la présence de *H. arctica* et *Mytilus* spp. dans les capteurs sans compromettre le succès de captage des pétoncles. Cependant, l'utilisation judicieuse de la variable « profondeur d'installation des capteurs » pourrait dans certains cas limiter les espèces indésirables. D'autres parts, des capteurs utilisant des maillages de 3-3,7 mm ou 6-8 mm peuvent réduire le nombre de compétiteurs et de prédateurs (Pouliot *et al.* 1995). Par contre, d'après Cashmore *et al.* (1998), l'abondance des mollusques gastéropodes est plus élevée dans des enveloppes à petit maillage, mais celle des moules, *M. edulis*, relativement constante.

5 CONCLUSION

Les travaux réalisés le long du littoral sud de la Gaspésie de 1999 à 2004 ont permis d'identifier deux sites d'intérêt pour le captage commercial de pétoncles géants et d'Islande, soit les baies Tracadigache et de Gaspé. Malgré un taux de captage plus faible dans la portion centrale de la baie des Chaleurs, la croissance du naissain de pétoncle y est, cependant, plus rapide. Quel que soit le site, les effectifs de pétoncles géants captés décroissent rapidement lorsque les capteurs sont immergés plus de dix mois. Le manque de sélectivité des capteurs par rapport aux espèces indésirables (compétiteurs et prédateurs) pourrait toutefois diminuer la performance des pétoncles (en termes de croissance et survie), compliquer les opérations de tri et réduire la rentabilité des entreprises. Selon une évaluation économique, le coût pour le captage en milieu marin naturel de 37,6 millions de pétoncles pourrait revenir à 0,9 cent l'unité.

6 REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans le soutien financier du Programme coopératif de recherche et de développement en aquaculture (projet L-01-06-004), de la Société de développement de l'industrie maricole (dossier 710.050) et des promoteurs les Moules de Gaspé et Pec-Nord. Merci à tous les collaborateurs : Marc Beaudin, Suzanne Bourget, Julie Bourgoin, Jean-Guy Cloutier, Johanie Cauvier, Jean Dubé, Sonia Dubé, David Fortin, Jérôme Gagnon, Éric Hamelin, Réal Joncas, Isabelle Lévesque, Chantal Méthot, Richard Méthot, Manon Picard, Claude Tremblay et Marie-Pierre Turcotte. Nous remercions les capitaines Jean Deslauriers, Jocelyn Richard et leurs équipages pour leur aide tout au long des travaux de terrain. Nous remercions également Céline Duluc pour la revue de littérature et Denyse Hébert et Ali Magassouba pour leur collaboration à l'analyse des frais d'exploitation. Merci à Jean-Paul Dallaire, Marcel Fréchette et Louise Gendron d'avoir révisé ce document.

7 RÉFÉRENCES

Anderson, S., L. Torkildsen, T. Magnesen et H. Myrseth. 2003. Recent developments in aquaculture production of great scallop (*Pecten maximus*) spat in Norway. *In* 14th International Pectinid Workshop, St. Petersburg, Florida, April 23-29, 2003, p. 33-34.

Avendaño, M., M. Cantillánez et G. Thouzeau. 2008. Effects of water depth on survival and growth of *Argopecten puepuratus* (Lamarck, 1819) spat in northern Chile. Aquacult. Int. 16 : 377-391.

Barbeau, M. A., R. E. Scheibling, B. G. Hatcher et L. H. Taylor. 1994. Survival analysis of tethered juvenile sea scallops *Placopecten magellanicus* in field experiments-effects of predators, scallop size and density, and site and season. Mar. Ecol. Prog. Ser. 115 : 243-256.

Bonardelli, J. C. 1984. La culture des pétoncles : résultats préliminaires de l'étude de faisabilité des essais de captage de naissains et d'élevage en mer dans la Baie des Chaleurs. Laboratoire pélagique Inc. Bonaventure, Québec. 68 p.

Bonardelli, J. C. 1987. Collection of scallop spat in the Baie des Chaleurs. Proc. Ann. Meet. Aquacult. Assoc. Can. 1 : 18-19.

Bonardelli, J. C. 1988. Optimizing collection of pectinid spat on collectors. J. Shellfish Res. 7(1) : 150.

Bonardelli, J. C. 1994. Relation entre la ponte chez le pétoncle géant *Placopecten magellanicus* et les facteurs environnementaux. Thèse (Ph.D.), Université Laval, Québec, 171 p.

Bonardelli, J. C. et J. H. Himmelman. 1995. Examination of assumptions critical to body component indices: application to the giant scallop, *Placopecten magellanicus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52 : 2457-2469.

Bonardelli, J. C., J. H. Himmelman et K. Drinkwater. 1993. Current variability and upwelling along the north shore of Baie des Chaleurs. Atmosphere-Ocean, 31(4) : 541-565.

Bonardelli, J. C., J. H. Himmelman et K. Drinkwater. 1996. Relation of giant scallop, *Placopecten magellanicus*, spawning to temperature fluctuations during downwelling events. Mar. Biol. 124 : 637-649.

Bourne, N., C. A. Hogson et J. N. C. Whyte. 1989. A manual for scallop culture in British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1694 : 215 p.

Brand, A. R. 2006. Scallop Ecology: distribution and behaviour. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture, 2e édition. Édité par S. E. Shumway et G. J. Parsons. Development in aquaculture and fisheries science, vol. 35, Amsterdam, p. 651-744.

Brand, A. R. et K. A. Ross. 2006. Fouling in scallop cultivation : some Isle of Man experiences. J. Shellfish Res. 25(2) : 714.

Brulotte, S., M. Giguère, G. Cliche et M. Nadeau. 2004. Bilan des travaux sur le captage de pétoncles et d'espèces épibenthiques aux Îles-de-la-Madeleine. Rapport technique. SODIM, Dossier 710.27, viii + 34 p. http://sodim.org/publ_doc.htm (consulté le 15 février 2009).

Brulotte, S., M. Bourgeois, M. Giguère, D. Hébert, J. Côté, S. Dubé et G. Cliche. 2008. Évaluation de structures et de scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles de la Madeleine, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2808 : xii + 94 p.

Buestel, D., J.-C. Dao et G. Lemarié. 1979. Collecte de naissain de pectinidés en Bretagne. Rapp. p.-v. réun. ICES, 175 : 80-84.

Burnell, G. M., M. Barnett, T. O'Carroll et V. Roantree. 1995. Scallop spat collection and ongoing trials in southwest Ireland. *In* Fisheries, biology and aquaculture of pectinids. 8th International Pectinid Workshop, Cherbourg, France, 22-29 mai 1991. Edité par P. Lubet, J. Barret et J.-C. Dao. Actes de Colloques, IFREMER, Plouzané, France, p. 139-144.

Caddy, J. F. 1972. Progressive loss of byssus attachment with size in the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 9 : 179-190.

Campos, M. J. et J. Cano. 2003. Preliminary data on the culture of *Chlamys varia* in Fuengirola, Malaga. *In* 14th International Pectinid Workshop, St. Petersburg, Florida, April 23-29, 2003, p. 35-36.

Cashmore, D., M. M. Learnmouth et J. T. MacMillan. 1998. Improving the efficiency of wild *Pecten maximus* spat collection: potential effects of spat bag design and of species temporarily settling in spat bags. Aquaculture, 160 : 273-282.

Chauvaud, L., G. Thouzeau et J. Grall. 1996. Experimental collection of great scallop postlarvae and other benthic species in the Bay of Brest: settlement patterns in relation to spatio-temporal variability of environmental factors. Aquacult. Int. 4 : 263-288.

Chouinard, G. A et P. V. Mladenov. 1991. Comparative growth of the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) in the southern Gulf of St-Lawrence. *In* The Gulf of St-Lawrence: small ocean or big estuary? Édité par J.-C. Theriault. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 113, p. 261-267.

Claereboudt, M. 1999. Fertilization success I spatially distributed populations of benthic free-spawners: a simulation model. Ecol. Model. 121 : 221-233.

Claereboudt, M. R. et J. H. Himmelman. 1996. Recruitment, growth and production of giant scallops (*Placopecten magellanicus*) along the environmental gradient in Baie des Chaleurs, eastern Canada. Mar. Biol. 124 : 661-670.

Claereboudt, M., D. Bureau, J. Côte et J. H. Himmelman. 1994. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Aquaculture, 121 : 327-342.

Cliche, G. et C. Cyr. 2004. Essai préliminaire sur l'impact de différentes périodes d'immersion des capteurs sur l'abondance des espèces indésirable. *In* 4^{e} réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 26 et 27 mars 2003. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 22, p. 39-42.

Cliche, G. et M. Giguère. 1994. Captage de naissain de pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, selon différents types de substrat. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 94-3 : 12-15.

Cliche, G. et M. Giguère. 1997. Captage du naissain de pétoncle géant en milieu naturel aux Îles-de-la-Madeleine. *In* 6^{e} réunion annuelle de transfert de technologie, Programme REPERE, Îles-de-la-Madeleine, 12 et 13 mars 1997. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 6, p. 29-35.

Cliche, G. et M. Giguère. 1998. Bilan du programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement (REPERE) de 1990 à 1997. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 247 : x + 74 p.

Cliche, G., M. Giguère, P.-A. Joncas, B. Thomas et S. Vigneau. 1999. Programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement – Phase II. MAPAQ, D.I.T., ii + 17 p.

Cliche, G., M. Giguère et C. Cyr. 2001. Captage du naissain de pétoncle géant en milieu naturel aux Îles-de-la-Madeleine. *In* 2e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 22-23 février 2001. Édité par G. Cliche et P. Carrier. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 10, p. 3-10.

Cliche, G., N. Presse, C. Cyr et D. Hébert. 2002. Résultats des essais de préélevage et d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine. *In* 2e réunion annuelle de transfert de technologie, Programme REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 22-23 février 2001. Édité par G. Cliche et P. Carrier. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no. 10, p. 33-37.

Cliche, G., C. Cyr, D. Hébert et J. Côté. 2003a. Optimisation de l'élevage en suspension dans les lagunes de Havre-aux-Maisons et de la Grande Entrée. *In* 3e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombe. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 13, p. 73-80.

Cliche, G., M. Giguère et C. Cyr. 2003b. Captage du naissain de pétoncles en milieu naturel aux Îles-de-la-Madeleine. *In* 3e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombe. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no. 13, p. 3-10.

Cliche, G., C. Cyr, D. Hébert et M. Bourgeois. 2009. Évaluation de nouveaux paramètres pour optimiser le captage du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*). MAPAQ, D.I.T., Rapp. de R-D no 174, 13 p.

Coté, J., J. H. Himmelman, M. Claereboudt et J. C. Bonardelli. 1993. Influence of density and depth on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50 : 1857-1869.

Côté, J., J. H. Himmelman et M. Claereboudt. 1994. Separating effects of limited food and space on the growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in suspended culture. Mar. Ecol. Prog. Ser. 106 : 85-91.

Couturier, C., P. Dabinett et M. Lanteigne. 1995. Scallop culture in Atlantic Canda. *In* Cold water in Atlantic Canada. Édité par A. D. Boghen. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton University, Moncton, Nouveau-Brunswick, p. 297-340.

Culliney, J. L. 1974. Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). Biol. Bull. 147 : 321-332.

Cyr, C. 2006. Amélioration de la qualité de collecte du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791), par un meilleur contrôle de la période d'immersion des collecteurs aux Îles-de-la-Madeleine, Québec. Thèse (M.Sc.), Université du Québec à Rimouski, Québec, 152 p.

Cyr, C., B. Myrand, G. Cliche et G. Desrosiers. 2007. Weekly spat collection of sea scallop, *Placopecten magellanicus*, and undesirable species as a potential tool to predict an optimal deployment period of collectors. J. Shellfish Res. 26(4) : 1045-1054.

Dabinett, P. et C. Couturier. 1994. Scallop culture in Newfoundland. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 94-3 : 8-11.

Dadswell, M. J. et G. J. Parsons. 1991. Potential for aquaculture of sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791) in the canadian Maritimes using naturally produced spat. *In* An international compendium of scallop biology and culture. Édité par S. E. Shumway et P. A. Sandifer. World aquaculture workshops number 1, The world aquaculture society, Baton Rouge, L.A., p. 300-307.

Dadswell, M. J., R. A. Chandler et G. J. Parsons. 1988. Spat settlement and early growth of *Placopecten magellanicus*. J. Shellfish Res. 7(1) : 153-154.

Dionne, M., M. Giguère et S. Brulotte. 2004. Synthèse des méthodes de captage du pétoncle utilisées dans le monde. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2683: vi + 31 p.

Fréchette, M., M. Gaudet et S. Vigneau. 2000. Estimating optimal population density for intermediate culture of scallops in spat collector bags. Aquaculture, 183 : 105-124.

Gagnon, M. 1997. Bilan régional-Gaspésie-Sud - Baie des Chaleurs. Zone d'intervention prioritaire 20B. Environnement Canada - région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, 104 p.

Gallager, S. M., J. L. Manuel, D. A. Manning et R. O'Dor. 1996. Ontogenetic changes in the vertical distribution of giant scallop larvae, *Placopecten magellanicus*, in 9-m deep mesocosms as a function of light, food, and temperature stratification. Mar. Biol. 124 : 679-692.

Gaudet, M. 1994. Bilan des activités expérimentales sur le pré-élevage du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine. *In* 2^{e} réunion annuelle de transfert de technologie, Programme REPERE, Îles-de-la-Madeleine 3 et 4 mars 1993. Édité par P. Carrier. MAPAQ, D.R.S.T., Compte rendu no 2, p. 13-20.

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1994. Reproductive cycles of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), and the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller), in Îles-de-la-Madeleine, Canada. J. Shellfish Res. 13(1) : 31-36.

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1995. Synthèse des travaux réalisés entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2061 : xii + 71 p.

Giguère, M., S. Brulotte et P Goudreau. 1998. État des stocks de pétoncles des eaux côtières du Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. rech. 98/73 : xi + 37 p.

Giguère, M., S. Brulotte et P Goudreau. 2000. État des stocks de pétoncles des eaux côtières du Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. rech. 2000/086 : xi + 46 p.

Giguère, M., S. Brulotte et B. Thomas. 2005. Évaluation du succès de captage du naissain de pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, de deux secteurs de la Gaspésie. In 4e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 26 et 27 mars 2003. Édité par G. Cliche et F. Coulombe. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 22, p. 31-38.

Giguère, M., S. Brulotte et B. Thomas. 2007. Évaluation du succès de captage du naissain de pétoncle de deux secteurs de la Gaspésie. *In* Rendez-vous maricole : édition 2004, Cap-aux-Meules, Québec du 24 au 27 février 2004. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 31, CD-ROM.

Girault, L., M.-L. Larrivée et E. Tamigneaux. 2005. Projet expérimental : comparaison de cinq techniques d'élevage de pétoncles géants de la baie de Gaspé. Rapport final 2001-2004, SODIM, 73 p. http://sodim.org/pdf/Petoncles/710.32_Comparaison_cinq_techn_BdeG.pdf (consulté le 7 mai 2009).

Grecian, L. A., G. J. Parsons, P. Dabinette et C. Couturier. 2000. Influence of season, initial size, depth, gear type and stocking density on the growth rates and recovery of sea scallop, *Placopecten magellanicus*, on a farm-based nursery. Aquacult. Int. 8 : 183-206.

Greene, J. K. et R. E. Grizzle. 2007. Successional development of fouling communities on open ocean aquaculture fish cages in the western Gulf of Maine, USA. Aquaculture, 262 : 289-301.

Guay, M. 2006. Amélioration des techniques de préélevage du pétoncle d'Islande en Minganie. Rapport préliminaire N MLQ-002-02, CACN, 13 p. http://www.centreaquacole.org/docs/upload/PETONCLE-Islande.pdf (consulté le 6 mai 2009).

Gwyther, D., D. A. Cropp, L. M. Joll et M. C. L. Dredge. 1991. Australia. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture, Vol. 21. Édité par S. E. Shumway. Elsevier, Amsterdam, p. 835-851.

Harvey, M., E. Bourget et G. Miron. 1993. Settlement of Iceland scallop *Chlamys islandica* spat in response to hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 99 : 283-292.

Harvey, M., E. Bourget, C. Legault et R. G. Ingram. 1995. Short-term variations in settlement and early spat mortality of Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 194 : 167-187.

Hébert, D. et S. Vigneau. 2002. Travaux de préélevage de la compagnie Pétoncles 2000. *In* 3e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombe. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 13, p. 53-55.

Himmelman, J. 1995. Relation between spawning and environmental factors in scallops. *In* Final scientific report 1990-1995. Ocean Production Enhancement Network (OPEN), p. 23-24.

Hortle, M. E. et D. A. Cropp. 1987. Settlement of the commercial scallop, *Pecten fumatus* (Reeve) 1855, on artificial collectors in Eastern Tasmania. Aquaculture, 66 : 79-95.

Ito, H. 1991. Japan. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture, Vol. 21. Édité par S. E. Shumway. Elsevier, Amsterdam, p. 1017-1055.

Kalashnikov, V. Z. 1991. Soviet Union. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture, Vol. 21. Édité par S. E. Shumway. Elsevier, Amsterdam, p. 1057-1082.

Khalaman, V. V. et A. Y. Komendantov. 2007. Mutual effects of several fouling organisms of the White sea (*Mytilus edulis, Styela rustica* and *Hiatella arctica*) on their growth rate and survival. Russian J. Mar. Biol. 33(3) : 139-144.

Lambert, J et G. Préfontaine. 1995. Le pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*) au Nunavik. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2071 : vii + 41 p.

Larrivée, M.-L. et M. Giguère. 2000. Évaluation du succès de captage du pétoncle géant en Gaspésie. *In* 1re réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 25-26 février 2000. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 9, p. 17-20.

Lavoie, D. et M. I. El-Sabh. 1996. Génération d'une résurgence côtière. *In* Zone côtière Canada'96. Conférences internationales les zones côtières : gestion intégrée et développement durable, 11 et 17 août 1996, Rimouski. Édité par M. I. El-Sabh, S. de Mora, G. Walsh, S. Demers et P. Hill. p. 105.

Legendre, L. 1971. Production primaire dans la baie des Chaleurs. Le Naturaliste Canadien. 98(5) : 743-773.

Legendre, L. et W. D. Watt. 1970. The distribution of primary production relative to a cyclonic gyre in Baie des Chaleurs. Mar. Biol. 7 : 167-170.

Lodeiros, C. J. M et J. H. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. Aquacult. Res. 27 : 749-756.

Louro, A., J. P. de la Roche, M. J. Campos et G. Román. 2003. Hatchery rearing of the black scallop, *Chlamys varia* (L.). J. Shellfish Res. 22(1) : 95-99.

Louro, A., G. Christophersen, T. Magnesen et G. Roman. 2007. Suspension culture of the great scallop *Pecten maximus* in Galicia, NW, Spain: intermediate secondary culture from juveniles to adults. J. Shellfish Res. 26(1) : 1-8.

MacDonald, B. A. et R. J. Thompson. 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and somatic tissue. Mar. Ecol. Prog. Ser. 25 : 279-294.

Manuel, J. L., C. M. Pearce, D. A. Manning et R. K. O'Dor. 2000. The response of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) veligers to a weak thermocline in 9-m deep mesocosms. Mar. Biol. 137 : 169-175.

MAPAQ. 2001. 2e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 22-23 février 2001. Compte rendu no 10, iv + 86 p.

McDonough, N. et D. Robert. 1997. Scallop spat collection techniques and settlement patterns: the potential of Strangford Lough, northern Ireland for commercial scallop (*Pecten maximus*) cultivation. *In* 11th International Pectinid Workshop, La Paz, Mexico, April 10-15, 1997, p. 20-22.

Michaud, J.-C., M. Lévesque, M. Létourneau, S. Noury et S. Dubé. 2005. Étude bioéconomique – Élevage pilote du pétoncle géant de la baie de Gaspé. SODIM, viii + 99 p.

Moreau, V., B. Thomas et R. Tremblay. 2006. Distribution de *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus* dans les régions maritimes de l'Est du Québec et des Maritimes entre 1999-2001. MAPAQ, D.I.T., Rapp. R-D no 153, 13 p.

Mortensen, S., T. V. D. Meeren, A. Fosshagen, I. Hernar, L. Harkestad, L. Torkildsen et O. Bergh. 2000. Mortality of scallop spat in cultivation, infested with tube dwelling bristle worms, *Polydora* sp. Aquacult. Int. 8 : 267-271.

MPO. 2006. Évaluation du stock de pétoncle (*Placopecten magellanicus*) de la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 29 à l'ouest de la longitude 65° 30' O. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/028.

MPO. 2007. Évaluation des stocks de pétoncles des eaux côtières du Québec en 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2007/015.

Nadeau, M. et G. Cliche. 1998. Predation of juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus*) by crabs (*Cancer irroratus* and *Hyas* sp.) and starfish (*Asterias vulgaris*, *Leptasterias polaris*, and *Crossaster papposus*). J. Shellfish Res. 17(4) : 905-910.

Nadeau, M. et G. Cliche. 2002. Optimisation du préélevage sur les capteurs : contrôle des étoiles de mer. *In* 2e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 22-23 février 2001. Édité par G. Cliche et P. Carrier. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 10, p. 29-31.

Nadeau, M. et G. Tita. 2005. Atelier de travail « Prédation du pétoncle et gestion des ensemencements », Îles-de-la-Madeleine, 29 février – 1er mars 2004. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 24, 54 p.

Nadeau, M., G. Cliche, C. Cyr et D. Hébert. 2003. Mortalité du pétoncle sur les collecteurs. *In* 3e réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombe. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 13, p. 45-51.

Naidu, K. S. 1978. Culture of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in Newfoundland - a background report. Scallop Workshop, Brest, France, Working paper, 13 p.

Naidu, K. S. et R. Scaplen. 1976. Settlement and survival of giant scallop, *Placopecten magellanicus*, larvae on enclosed polyethylene film collectors. *In* Advance in Aquaculture. Édité par T. V. R. Pillay et D. Wa. Fishing news Books Ltd. Farnham, England, p. 379-381.

Naidu, K. S., R. Fournier, P. Marsot et J. Worms. 1989. Culture of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*: opportunities and constraints. *In* Cold water aquactulture on Atlantic Canada. Édité par A. Boghen. Université de Moncton, Moncton, Nouveau-Brunswick, 410 p.

Narvarte, M. A. 2001. Settlement of tehuelche scallop, *Aequipecten tehuelchus* D'Orb., larvae on artificial substrata in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). Aquaculture, 196 : 55-65.

Parsons, G. J. 1991. Scandinavia. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture, Vol. 21. Édité par S. E. Shumway. Elsevier, Amsterdam, p. 763-775.

Pearce, C. M., S. M. Gallager, J. L. Manuel, D. A. Manning, R. K. O'Dor et E. Bourget. 1996. Settlement of larvae of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in 9-m deep mesocosms as a function of temperature stratification, depth, food, and substratum. Mar. Biol. 124 : 693-706.

Pearce, C. M., J. L. Manuel, S. M. Gallager, D. A. Manning, R. K. O'Dor et E. Bourget. 2004. Depth and timing of settlement of giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin), in thermally stratified mesocosms. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 312 : 187-214.

Posgay, J. A. 1957. Sea scallop investigations. *In* Commonwealth of Massachusetts, Department of natural resources. Division of Marine Fisheries. Sixth report on investigation of methods of improving the shellfish resources of Massachusett, Boston, p. 8-24.

Pouliot, F., E. Bourget et M. Fréchette. 1995. Optimising the design of giant scallop (*Placopecten magellanicus*) spat collectors: field experiments. Mar. Biol. 123 : 277-284.

Raby, D., Y. Lagadeuc, J. J. Dodson et M. Mingelbier. 1994. Relationship between feeding and vertical distribution of bivalve larvae in stratified and mixed waters. Mar. Ecol. Prog. Ser. 103 : 275-284.

Rodriguez, S. R., F. P. Ojeda et N. C. Inestrosa. 1993. Settlement of benthic marine invertebrates. Mar. Ecol. Prog. Ser. 97 : 193-207.

Román, G. 1991. Spain. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture, Vol. 21. Édité par S. E. Shumway. Elsevier, Amsterdam, p. 753-762.

Ross, K. A., J. P. Thorpe, T. A. Norton et A. R. Brand. 2002. Fouling in scallop cultivation: held or hindrance ? J. Shellfish Res. 21(2) : 539-547.

Ross, K. A., J. P. Thorpe et A. R. Brand. 2004. Biological control of fouling suspended scallop cultivation. Aquaculture, 229 : 99-116.

Sause, B. L., D. Gwyther et D. Burgess. 1987. Larval settlement, juvenile growth and the potential use of spatfall indices to predict recruitment of the scallop *Pecten alba* Tate in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. Fish. Res. 6 : 81-92.

Scherrer, B. 2007. Biostatistique. Volume 1. 2^{e} édition. Gaëtan Morin éditeur, Chenelière éducation, Québec, 816 p.

Scherrer, B. 2009. Biostatistique. Volume 2. 2^{e} édition. Gaëtan Morin éditeur, Chenelière éducation, Québec, 576 p.

Sejr, M. K., M. K. Sand, K. T. Jensen, J. K. Petersen, P. B. Christensen et S. Rysgaard. 2002. Growth and production of *Hiatella arctica* (Bivalvia) in a high-Artic fjord (Young Sound, Northeast Greenland). Mar. Ecol. Prog. Ser. 244 : 163-169.

Sinclair, M., R. K. Mohn, G. Probert et D. L. Roddick. 1985. Considerations for the effective management of Atlantic scallop. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1382 : vii + 133 p.

Stokesbury, K. et J. H. Himmelman. 1993. Spatial distribution of the giant scallop *Placopecten magellanicus* in unharvested beds in the Baie des Chaleurs, Québec. Mar. Ecol. Prog. Ser. 96 : 159-168.

Stokesbury, K. D. E. et J. H. Himmelman. 1995. Biological and physical variables associated with aggregations of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52 : 743-753.

Su, Z., H. Xioa, Y. Yang et L. Huang. 2008. Effect of fouling organisms on food uptake and nutrient release of scallop (*Chlamys nobilis*, Reeve). J. Ocean Univ. China, 7(1) : 93-96.

Tamigneaux, E. et B. Thomas. 2004. Étude des caractéristiques biophysiques de 12 sites d'intérêts maricole dans les baies de Gaspé, de Tracadigache et de Cascapédia pendant l'automne 2000. MAPAQ, D.I.T., Cah. inf. no 146, 87 p.

Thébault, J., G. Thouzeau, L. Chauvaud, M. Cantillánez et M. Avendaño. 2008. Growth of *Argopecten purpuratus* (Mollusca : Bivalvia) on a natural bank in Northern Chile : sclerochronological record and environmental controls. Aquat. Living. Resour. 21 : 45-55.

Thomas, B., M. Giguère et S. Brulotte. 2002a. Succès de captage naturel du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) en Gaspésie (Québec). *In* 2^{e} réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, 22 et 23 février 2001, Carleton. Édité par G. Cliche et P. Carrier. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 10, p. 11-15.

Thomas, B., M. Giguère et S. Brulotte. 2002b. Succès de captage naturel du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) en Gaspésie (Québec). AAC Spec. Publ. No. 5, p. 13-16.

Thomas, B., M. Giguère et S. Brulotte. 2003. Succès de captage du pétoncle géant en Gaspésie. *In* 3^{e} réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombe. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 13, p. 17-22.

Thomas, B., M. Giguère et S. Brulotte. 2005a. Bilan des trois années de suivi des 14 sites du sud de la Gaspésie. *In* 4^{e} réunion annuelle de transfert de technologie, REPERE II, Îles-de-la-Madeleine 26 et 27 mars 2003. MAPAQ, D.I.T., Compte rendu no 22, p. 11-15.

Thomas, B., M. Giguère et S. Brulotte. 2005b. Bilan des activités de captage du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) réalisées entre 1999 et 2004 en Gaspésie, Québec. AAC Spec. Publ. No. 9, p. 81-83.

Thorarinsdóttir, G. G. 1991. The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller), in Breidafjördur, west Iceland. I. Spat collection and growth during the first year. Aquaculture, 97 : 13-23.

Thouzeau, G. 1991a. Experimental collection of post-larvae of *Pecten maximus* (Linné) and other benthic macrofaunal species in the Bay of Saint-Brieuc (France). I. Settlement patterns and biotic interactions among the species collected. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 148 : 159-179.

Thouzeau, G. 1991b. Déterminisme du pré-recrutement de *Pecten maximus* (L.) en baie de Saint-Brieuc: processus régulateurs de l'abondance, de la survie et de la croissance des post-larves et juvéniles. Aquat. Living Resour. 4 : 77-99.

Thouzeau, G., G. Robert et S. J. Smith. 1991. Spatial variability in distribution and growth of juvenile and adult sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) on eastern Georges Bank (Northwest Atlantic). Mar. Ecol. Prog. Ser. 74 : 205-218.

Tremblay, M. J. 1988. A summary of the proceedings of the Halifax sea scallop workshop, August 13-14, 1987, Halifax, Nova Scotia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1605 : 12 p.

Tremblay, M. J. et M. Sinclair. 1988. The vertical and horizontal distribution of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) larvae in the Bay of Fundy in 1984 and 1985. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 8 : 43-53.

Tremblay, M. J. et M. Sinclair. 1990. Diel vertical migration of sea scallop larvae *Placopecten magellanicus* in a shallow embayment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 67 : 19-25.

Tremblay, M. J. et M. Sinclair. 1992. Planktonic sea scallop larvae (*Placopecten magellanicus*) in the Georges Bank Region: broadscale distribution in relation to physical oceanography. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49 : 1597-1615.

Urban, H. J. 2000. Culture potential of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. II. Spat collection, and growth and mortality in culture systems. Aquaculture, 189 : 375-388.

Valh, O. 1980. Seasonal variations in seston and in the growth rate of the Iceland scallop, *Chlamys Islandica* (O.F. Müller) from Balsfjord, 70°N. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 48 : 195-204.

Ventilla, R. F. 1982. The scallop industry in Japan. Adv. Mar. Biol. 20 : 309-382.

Wallace, J. C. et T. G. Reinsnes. 1984. Growth variation with age and water depth in the Iceland scallop (*Chlamys islandica*, Pectinidae). Aquaculture, 41 : 141-146.

Wallace, J. C. et T. G. Reinsnes. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. Aquaculture, 44 : 229-242.

Wiborg, K. F. 1963. Some observations on the Iceland scallop *Chlamys islandica* (Müller) in Norwegian waters. Rep. Norw. Fish. Mar. Invest. 13(6) : 38-53.

Wildish, D. J., A. J. Wilson, W. Young-Lai, A. M. Decoste, D. E. Aiken et J. D. Martin. 1988. Biological and economic feasibility of four grow-out methods for the culture of giants scallops in the Bay of Fundy. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1658 : iii + 21 p.

Young-Lai, W. W. et D. E. Aiken. 1986. Biology and culture of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*: a review. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1478 : iv + 21 p.

Annexe 1. Analyse de coûts des activités de captage du naissain de pétoncles.

Une analyse de coûts a été effectuée pour un scénario d'approvisionnement en naissain de pétoncles basé sur le captage en milieu naturel. Cette analyse est basée sur les paramètres estimés à la suite d'activités de captage menées par des entreprises pectinicoles des Îles-de-la-Madeleine au cours de la dernière décennie. Ces paramètres sont : 1) préparation, installation et entretien des filières de captage, 2) fabrication et installation des capteurs et 3) récupération des capteurs et leur traitement en usine. Pour chaque étape, les coûts ont été répartis par achat, frais d'exploitation, frais de location et temps de travail. Les coûts obtenus à chaque étape font partie du coût total du projet. La troisième étape représente, à elle seule, 60 % des coûts, dont plus de la moitié est associée à la main-d'œuvre affectée, en particulier, au vidage des capteurs et au triage des organismes à l'usine.

Les hypothèses de départ prévoient l'utilisation de 60 filières commerciales comportant chacune 960 capteurs. Elles fixent à 800 le nombre de pétoncles par capteur après environ 12 mois d'immersion, à 96 % le taux de récupération des capteurs à la sortie de l'eau (4 % des capteurs étant perdus) et à 85 % l'efficacité du tri à l'usine. Ces prémisses sont réalistes dans le cadre d'activités commerciales où certains paramètres, comme le succès de captage, auront été optimisés. En comparaison, les meilleurs succès de captage obtenus en Gaspésie sont de 528 pétoncles géants/capteur et de 581 pétoncles d'Islande/capteur après 14 mois d'immersion.

Afin d'évaluer le potentiel économique du captage en milieu naturel, différents traitements ont été appliqués aux données de manière à : 1) identifier les variables les plus sensibles pour lesquelles une fluctuation se répercute fortement sur le coût unitaire et sur la rentabilité du projet, 2) mesurer l'effet de l'augmentation du volume de production du naissain sur le coût unitaire, 3) distinguer les avantages d'effectuer le captage du naissain ou d'en faire l'achat et 4) identifier les seuils de rentabilité des variables sensibles pour une entreprise se spécialisant dans la production et la vente du naissain de pétoncles.

L'analyse de sensibilité permet de cibler les variables ayant un impact important sur le coût unitaire du captage. Une fois identifiée, une attention particulière peut être portée à ces variables « sensibles » de manière à les optimiser. Les variables ayant une influence directe sur le nombre de pétoncles captés constituent les variables les plus sensibles (Tableau A). Il s'agit du nombre de pétoncles par capteur, du taux de récupération des capteurs et de l'efficacité du tri à l'usine. Une fluctuation de ces variables de 10 % entraîne une variation du coût unitaire de 12 %. Étant donné l'impact considérable qu'ont ces variables sur le coût unitaire, la rentabilité des opérations de captage sera fortement liée aux rendements obtenus en termes de quantité de pétoncles captés. Le choix du site de captage apparaît hautement prioritaire. Une mauvaise année de captage, associée à une mauvaise météo ou à un mauvais choix de site par exemple, aurait des répercussions importantes sur les rendements et sur l'ensemble des entreprises pectinicoles dont la viabilité dépend de cet approvisionnement. Il s'agit d'un enjeu prépondérant.

Le nombre de capteurs par filière représente également une variable sensible. Une fluctuation à la baisse de 10 % du nombre de capteurs par filière fera augmenter le coût unitaire de 10 % (en diminuant la quantité de naissain capté par filière) et ce, malgré une diminution du coût total. Le nombre de filières utilisées aura le même effet, mais à un taux moindre (3,7 %) puisque le nombre de pétoncles traités sera réduit et qu'il y aura une perte d'économie d'échelle. Le coût unitaire diminuera de 3,4 % suivant une fluctuation à la baisse de 10 % au salaire des ouvriers.

Toutefois, à un taux de 8,50 $/h, il serait difficile d'optimiser davantage cette variable. D'autres parts, Cliche *et al.* (2009) ont observé qu'il est possible de compacter les capteurs lors du transport par bateau vers le site de captage et ainsi diminuer le nombre de voyages requis et de réduire le nombre de sections de Netron™ lors de la fabrication des capteurs, le tout sans compromettre le succès de captage de pétoncles. Il est encore possible, à l'heure actuelle, de trouver des méthodes qui permettent de diminuer les frais d'exploitation et d'augmenter ainsi la rentabilité d'une telle entreprise.

Tableau A. Analyse de sensibilité (variation de 0 et - 10 %) pour quelques variables importantes lors d'activités de captage de naissain de pétoncles et identification des variables sensibles.

Variable	Variation	Valeur	Variation du coût unitaire	
Salaires des ouvriers	0%	8,50 $/h	0,0091$/unité	0 %
	- 10%	7,65 $/h	0,0088$/unité	-3,4 %
Location du bateau	0%	85,00 $/h	0,0091$/unité	0,0 %
	- 10%	76,50 $/h	0,0090$/unité	-1,2 %
Nombre de filières	0%	60	0,0091$/unité	0,0 %
	- 10%	54	0,0094$/unité	**3,7 %** [1]
Nombre de capteurs par filière	0%	960/filière	0,0091$/unité	0 %
	- 10%	864/filière	0,0100$/unité	10 %
Temps de déplacement (du quai au site)	0%	1,25 h	0,0091$/unité	0,0 %
	- 10%	1,125 h	0,0091$/unité	-0,3 %
Nombre de pétoncles par capteur	0%	800	0,0091$/unité	0 %
	- 10%	720	0,0102$/unité	**12 %**
Taux de récupération des capteurs	0%	96 %	0,0091$/unité	0 %
	- 10%	86,4 %	0,0102$/unité	**12 %**
Taux d'efficacité du tri à l'usine	0%	85 %	0,0091$/unité	0 %
	- 10%	76,5 %	0,0102$/unité	**12 %**

[1] Variable sensible puisqu'une diminution de 10 % de la variable entraine une augmentation du coût unitaire.

En augmentant le nombre de filières, il devient possible d'obtenir une économie d'échelle liée à l'accroissement de la production malgré des coûts totaux croissants (Tableau B). Plus la production est de grande envergure, en termes de quantité produite, plus le coût unitaire devient faible.

Selon les hypothèses émises, le captage de 37 601 280 pétoncles (60 filières) coûterait au producteur 343 883 $, ce qui correspond à 0,0091$ l'unité. Par comparaison, l'achat de cette même quantité de pétoncles, à un prix de 0,028 $ l'unité, impliquerait une dépense de 1 052 835,84 $. Ainsi, pour le niveau de production de l'exemple précédent, le coût de captage représenterait le tiers du coût d'achat. Pour une entreprise de cette envergure, il serait plus avantageux de faire son propre captage. Par contre, pour une entreprise de petite taille, le coût unitaire serait plus élevé (Tableau B) et il serait difficile d'être compétitif par rapport au prix du naissain sur le marché. Un parallèle peut être fait avec l'étude de Michaud *et al.* (2005) sur les entreprises mytilicoles au Québec et au Canada atlantique, selon laquelle le captage du naissain de moules apparaît plus avantageux dans le cas des grandes entreprises tandis que l'achat du naissain est à privilégier dans le cas d'entreprises plus modestes.

Tableau B. Effet de l'augmentation de la production de pétoncles captés sur le coût unitaire.

Nombre de filières	Quantité de pétoncles	Coût total	Coût unitaire
1	626 688	113 717 $	0,181 $
2	1 253 376	117 306 $	0,094 $
5	3 133 441	128 547 $	0,041 $
10	6 266 880	147 694 $	0,024 $
20	12 533 760	187 117 $	0,015 $
40	25 067 520	265 473 $	0,011 $
60	37 601 280	343 883 $	0,009 $

Hypothèses de départ : 960 capteurs par filière, 800 pétoncles par capteur, taux de récupération des capteurs de 96 % et 85 % d'efficacité du tri en usine.

La spécialisation joue un rôle important dans le développement d'une industrie. Dans le cas d'un producteur qui se spécialiserait dans la production et la vente du naissain de pétoncles, cette avenue apparaît rentable s'il arrive à régulariser sa production et à l'écouler sur le marché. Pour une production de 37 601 280 pétoncles, vendus à un prix de 0,028 $/unité, les revenus dépasseraient le million de dollars pour des coûts de production de 343 883 $ (Tableau C). À ce niveau de production, les frais de gestion et les frais financiers seraient également largement couverts.

Tableau C. Flux annuel d'opération associé à la vente de 37 601 280 pétoncles captés.

Paramètre	Montant
Revenus pour la vente	1 052 835,84 $
Dépenses de fonctionnement (excluant les frais de gestion et les frais financiers)	343 883 $
Flux annuel d'opération	708 953 $
Flux annuel par pétoncle capté	0,0189 $

Le seuil de rentabilité lié au nombre de filières varie en fonction du prix de vente du naissain. Le tableau D permet de déduire le nombre de filières devant être mises à l'eau pour assurer la viabilité de la production. À un prix de vente de 0,028 $/unité, le seuil de rentabilité est d'environ 10 filières.

À partir des mêmes hypothèses, à un prix de vente de 0,028 $/unité, le rendement par capteur devrait être d'au moins 300 pétoncles. Plus le prix de vente augmente, plus le seuil requis pour être rentable diminue (Tableau E).

Tableau D. Seuil de rentabilité en fonction du nombre de filières mises à l'eau et du prix de vente du naissain de pétoncles.

Nombre de filières	Coût unitaire	Prix de vente du naissain		
		0,021 $	0,028 $	0,035 $
1	0,181 $	- 0,160	- 0,153	- 0,146
2	0,094 $	- 0,073	- 0,066	- 0,059
5	0,041 $	- 0,020	- 0,013	- 0,006
10	0,024 $	- 0,003	0,004	0,011
20	0,015 $	0,006	0,013	0,020
40	0,011 $	0,010	0,017	0,024
60	0,009 $	0,012	0,019	0,026

Hypothèses de départ : 960 capteurs par filière, 800 pétoncles par capteur, taux de récupération des capteurs de 96 % et 85 % d'efficacité du tri en usine.

Tableau E. Seuil de rentabilité selon le nombre de pétoncles récoltés par capteur et du prix de vente du naissain de pétoncles.

Nombre de pétoncles par capteur	Coût unitaire	Prix de vente du naissain		
		0,021 $	0,028 $	0,035 $
800	0,0091 $	0,0119 $	0,0189 $	0,0259 $
600	0,0122 $	0,0088 $	0,0158 $	0,0228 $
400	0,0183 $	0,0027 $	0,0097 $	0,0167 $
300	0,0244 $	- 0,0034 $	0,0036 $	0,0106 $
200	0,0366 $	- 0,0156 $	- 0,0086 $	- 0,0016 $
100	0,0732 $	- 0,0522 $	- 0,0452 $	- 0,0382 $

(Note : le même raisonnement peut être fait avec le taux de récupération par capteur et l'efficacité du tri si on le juge utile).

En conclusion, il existe un bon potentiel économique relié aux opérations de captage du naissain de pétoncles, mais uniquement à partir d'un certain niveau de production. Plus le volume de production est important, plus l'économie d'échelle est considérable et plus le coût unitaire de production est avantageux. Seulement, pour écouler les quantités produites, faut-il que le marché existe, qu'il soit structuré et que les transferts des organismes soient possibles entre les régions et/ou les sites demandeurs. Des fluctuations du taux de captage (liées au nombre de pétoncles par capteur, au taux de récupération des capteurs et à l'efficacité du tri à l'usine) peuvent avoir des répercussions importantes sur la rentabilité des opérations comme l'a démontré l'analyse de sensibilité. Le choix du site est déterminant puisqu'une mauvaise année de captage risque de se répercuter sur l'ensemble de l'industrie pectinicole qui s'y approvisionne. Une plus grande diversification des sources d'approvisionnement en naissain permettrait de sécuriser la production.

Annexe 2. Dates d'immersion et de récupération et nombre de filières récupérées par secteur et série, pour les différents suivis du captage.

Secteur	Série	Dates d'immersion	Dates de récupération	Filières récupérées (filières immergées [1])
Couverture spatiale				
Tracadigache	1999	09/09/1999	22/11 au 26/11/1999	6
			12/07/2000	6
	2000	01/09 au 04/09/2000	02/11 au 03/11/2000	6
			27/07 et 30/07/2001	6
	2001	12/09 au 13/09/2001	21/11/2001	6
			17/07 et 18/07/2002	6
	2002	03/09 au 04/09/2002	17/06 et 18/06/2003	16
			21/10/2003	15 (16)
			14/06 au 21/06/2004	13 (16)
	2003	27/08/2003	14/06 et 17/06/2004	6
			10/08 et 14/09/2004	4 (6)
Centre	1999	23/08 au 07/09/1999	01/11 au 22/11/1999	14
			14/06 au 21/06/2000 et 18/08/2000	8 (14)
	2000	04/09 au 07/09/2000	31/10 au 29/11/2000	14
			31/07 au 27/08/2001	12 (14)
	2001	06/09/ au 13/09/2001	20/11 au 26/11/2001	12 (14)
			16/07 au 24/07/2002	9 (14)
Gaspé	1999	19/08 au 26/08/1999	02/11 et 09/11/1999	8
			07/06 et 12/06/2000	6 (8)
	2000	08/09/2000	04/12/2000	8
			16/07 au 25/07/2001	8
	2001	30/08 et 05/09/2001	19/11 et 20/11/2001	8
			15/07 et 16/07/2002	7 (8)
	2002	28/08 et 29/08/2002	17/06 et 18/06/2003	16
			14/10/2003	11 (16)
			14/06 et 15/06/2004	14 (16)
	2003	26/08 et 27/08/2003	15/06 et 16/06/2004	4 (6)
			11/08/2004	5 (6)
Effet de la profondeur				
Tracadigache	2002	04/09/2002	18/06/2003	1 (2)
	2003	27/08/2003	30/06/2004	1 (2)
Gaspé	2002	28/08 et 29/08/2002	17/06/2003	2
	2003	26/08/2003	16/06/2004	1 (2)
Fenêtre temporelle				
Tracadigache	2002	04/09/2002	18/06/2003	2
		17/09/2002	18/06/2003	1 (2)
		01/10/2002	18/06/2003	2
		19/10/2002	18/06/2003	2
		01/11/2002	18/06/2003	2
	2003	28/08/2003	21/06/2004	1 (2)
		03/09/2003	21/06/2004	1 (2)
		18/09/2003	21/06/2004	2
		01/10/2003	21/06 et 30/06/2004	2
		14/10/2003	30/06/2004	1 (2)
Gaspé	2002	28/08/2002	17/06/2003	2
		18/09/2002	17/06 et 18/06/2003	2
		02/10/2002	18/06/2003	1 (2)

Annexe 2. (suite).

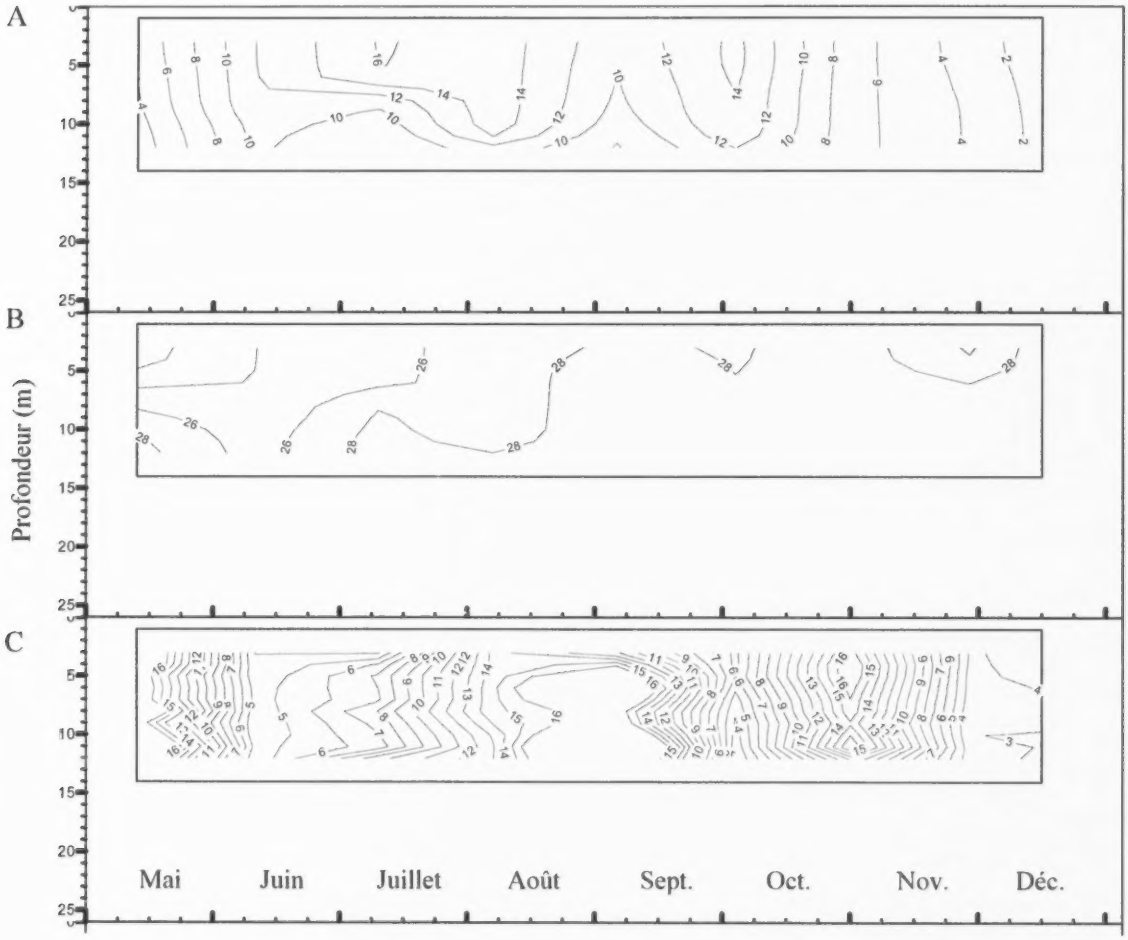
Secteur	Série	Date d'immersion	Date de récupération	Filières récupérées (filières immergées [1])
Gaspé	2002	16/10/2002	perdues	0 (2)
		29/10/2002	perdues	0 (2)
	2003	19/08/2003	15/06/2004	2
		01/09/2003	15/06/2004	2
		15/09/2003	16/06/2004	1 (2)
		30/09/2003	15/06/2004	1 (2)
		13/10/2003	15/06/2004	2

[1] Lorsque le nombre de filières récupérées diffère du nombre de filières immergées.

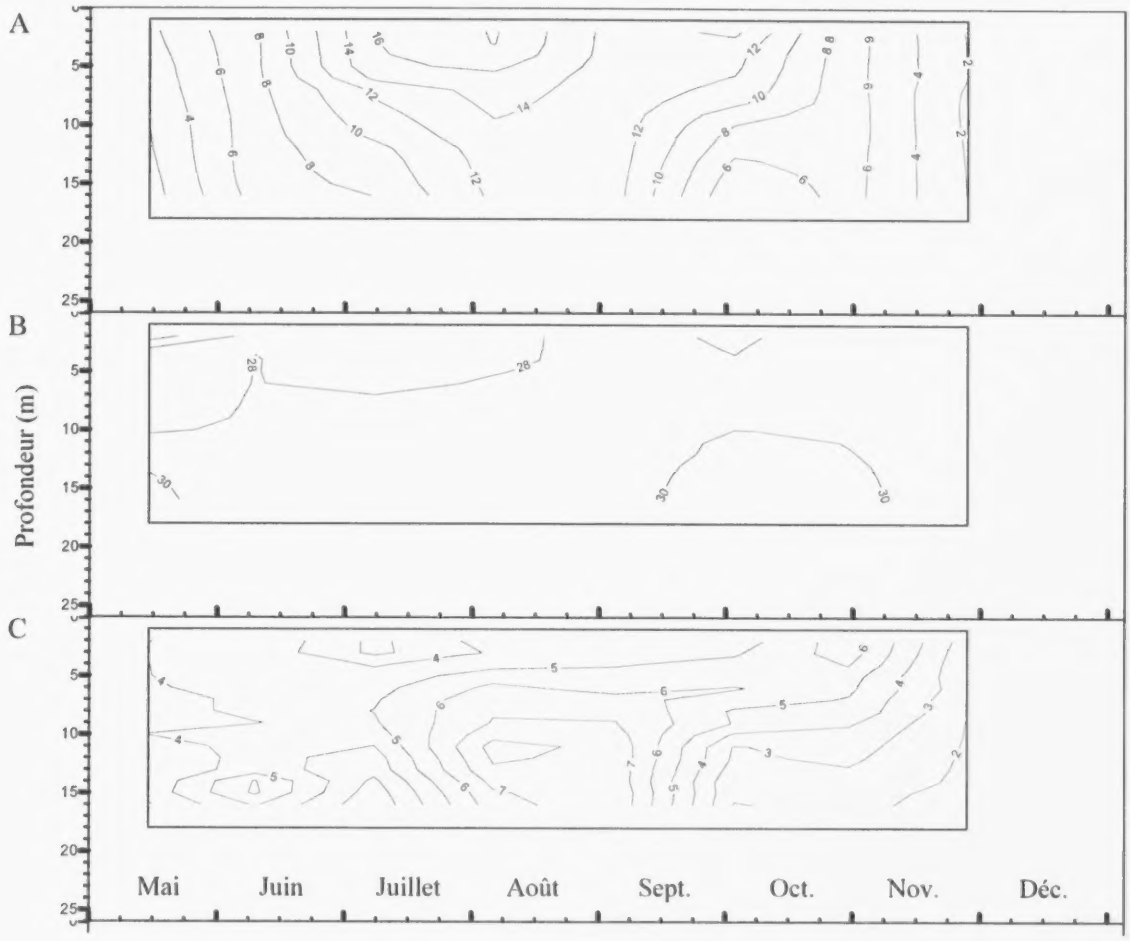
Annexe 3. Température moyenne mensuelle (°C ± écart-type) pour les secteurs Tracadigache, Centre (par station) et Gaspé, de 2001 à 2004.

Année	Mois	Tracadigache	Centre			Gaspé
			C-1 (New Richmond)	C-4 (Chandler)	C-7 (Barachois)	
2001	septembre	10,6 ± 2,0	11,1 ± 2,4	11,6 ± 0,9	10,1 ± 1,1	10,8 ± 1,1
	octobre	8,2 ± 1,7	8,2 ± 2,2	7,0 ± 1,8	6,8 ± 1,5	7,0 ± 1,4
	novembre	4,3 ± 0,9	4,8 ± 1,0	4,0 ± 1,0	3,5 ± 1,0	3,5 ± 1,0
	décembre	2,1 ± 0,8	2,5 ± 0,8	1,5 ± 0,6	1,0 ± 0,7	0,9 ± 0,7
2002	janvier	-1,4 ± 0,5	-0,7 ± 0,8	-1,1 ± 0,7	-1,3 ± 0,5	-1,3 ± 0,5
	février	-2,0 ± 0,0	-2,0 ± 0,0	-1,7 ± 0,3	-1,8 ± 0,2	-1,8 ± 0,2
	mars	-1,9 ± 0,1	-1,8 ± 0,2	-1,7 ± 0,3	-1,9 ± 0,2	-1,8 ± 0,2
	avril	-0,8 ± 0,6	-0,8 ± 0,8	-0,3 ± 1,1	-0,1 ± 1,1	0,1 ± 1,0
	mai	1,6 ± 1,1	2,3 ± 1,4	3,2 ± 1,4	3,0 ± 1,5	3,2 ± 1,6
	juin	5,8 ± 2,0	6,2 ± 2,5	7,3 ± 2,1	6,0 ± 2,2	6,4 ± 2,4
	juillet	10,0 ± 2,5	10,7 ± 3,2	11,4 ± 1,4	9,5 ± 1,7	10,7 ± 1,5
	août					
	septembre	10,3 ± 1,4				10,1 ± 0,7
	octobre	6,9 ± 1,1				6,4 ± 1,5
	novembre	3,3 ± 0,6				2,5 ± 0,6
	décembre	0,5 ± 0,9				0,4 ± 0,5
2003	janvier	-1,5 ± 0,2				-1,3 ± 0,4
	février	-1,7 ± 0,1				-1,4 ± 0,2
	mars	-1,4 ± 0,4				-1,4 ± 0,2
	avril	-0,6 ± 0,5				-0,4 ± 0,3
	mai	2,7 ± 2,1				2,2 ± 1,2
	juin	5,4 ± 1,5				5,8 ± 2,1
	juillet	8,5 ± 2,8				9,2 ± 1,9
	août	10,0 ± 2,6				9,9 ± 2,6
	septembre	10,6 ± 1,7				10,5 ± 1,5
	octobre	7,1 ± 1,9				7,3 ± 1,3
	novembre	4,1 ± 1,0				3,2 ± 1,2
	décembre	0,8 ± 1,4				0,3 ± 0,8
2004	janvier	-1,3 ± 0,9				-1,4 ± 0,3
	février	-1,8 ± 0,0				-1,6 ± 0,1
	mars	-1,6 ± 0,2				-1,5 ± 0,2
	avril	-0,6 ± 0,3				-0,2 ± 0,8
	mai	1,7 ± 1,6				1,7 ± 1,1
	juin	5,0 ± 2,1				5,8 ± 2,0
	juillet	9,8 ± 2,5				6,9 ±3,3

Annexe 4. Isogramme vertical et saisonnier de A) la température (°C), B) la salinité et C) la fluorescence (µg/l) dans la baie Tracadigache, à proximité de la station T-6 (site 11 du MAPAQ) en 2003. Figure fournie par MAPAQ, Grande-Rivière.



Annexe 5. Isogramme vertical et saisonnier de A) la température (°C), B) la salinité et C) la fluorescence (µg/l) dans la baie de Gaspé, à proximité de la station G-6 (site 10 du MAPAQ), en 2003. Figure fournie par MAPAQ, Grande-Rivière.



Annexe 6. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison du nombre de pétoncles spp. (transformation en ln) captés entre les stations, les durées d'immersion (trois et dix mois) et les séries (1999 à 2001), pour le suivi de la couverture spatiale du captage.

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit						
Modèle	29	141,07	9,32	**< 0,0001**	145	0,701
Erreur	115	60,03				
Total	144	201,09				
Station	13	79,02	11,64	**< 0,0001**		
Durée	1	27,41	52,50	**< 0,0001**		
Série	2	1,40	1,34	0,2648		
Station * Durée	13	30,88	4,55	**< 0,0001**		

Paramètre		Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Effet de la durée d'immersion					
Tracadigache :	à T-1	2,8783	0,4171	6,90	**< 0,0001**
	à T-6	1,8590	0,4378	4,25	**< 0,0001**
	à T-8	1,3169	0,4171	3,16	**0,0020**
Centre :	à C-1	2,1496	0,4878	4,41	**< 0,0001**
	à C-2	1,8791	0,6257	3,00	**0,0033**
	à C-3	1,0783	0,4171	2,58	**0,0110**
	à C-4	0,4114	0,4378	0,94	0,3493
	à C-5	-0,7005	0,5915	-1,18	0,2388
	à C-6	-0,1578	0,4579	-0,34	0,7311
	à C-7	0,8639	0,5914	1,46	0,1468
Gaspé :	à G-1	0,1018	0,4171	0,24	0,8076
	à G-4	0,5205	0,4684	1,11	0,2688
	à G-6	0,2190	0,4171	0,52	0,6006
	à G-7	0,5359	0,4171	1,28	0,2015
Comparaison des secteurs par durée d'immersion [1]					
3 mois :	Tracadigache vs Centre	1,8047	0,2003	9,01	**< 0,0001**
3 mois :	Tracadigache vs Gaspé	0,3535	0,2139	1,65	0,1011
3 mois :	Centre vs Gaspé	-1,4512	0,1951	-7,44	**< 0,0001**
10 mois :	Tracadigache vs Centre	0,3161	0,2337	1,35	0,1788
10 mois :	Tracadigache vs Gaspé	-1,3531	0,2212	-6,12	**< 0,0001**
10 mois :	Centre vs Gaspé	-1,6693	0,2337	-7,14	**< 0,0001**

[1] Pour ce cas précis, la station C-1 a été associée au secteur Tracadigache.

Annexe 7. Proportion relative moyenne (% ± erreur-type) des pétoncles géants par secteur, station, série et profondeur (effet de la profondeur seulement), après 10, 12 et 14 mois d'immersion lors des différents suivis du captage.

Suivi, secteur et station	Prof. (m)	Série						
		1999	2000	2001	2002		2003	
		10 mois	10 mois	10 mois	10 mois	14 mois	10 mois	12 mois
Couverture spatiale								
Tracadigache								
T-1		99,6 ± 0,3	56,9 ± 14,2	93,7 ± 3,3	98,9 ± 1,1	83,3 ± 16,7	81,0 ± 4,2	22,2 ± 22,2
T-2					99,4 ± 0,6	66,7 ± 33,3		
T-3					100,0 ± 0,0	99,1 ± 0,8	94,1 ± 2,4	46,6 ± 5,4
T-4					99,9 ± 0,0	96,1 ± 1,8		
T-5					99,7 ± 0,3	100,0 ± 0,0	98,0 ± 2,0	40,0 ± 15,7
T-6		81,5 ± 3,0	32,6 ± 6,9	59,9 ± 26,0	99,8 ± 0,1	95,1 ± 2,9		
T-7					100,0 ± 0,0	98,0 ± 1,3		
T-8		87,9 ± 3,9	73,3 ± 6,3	93,3 ± 1,2	99,5 ± 0,3	96,3 ± 1,9		
Moyenne		**89,7 ± 5,3**	**54,3 ± 11,8**	**82,3 ± 11,2**	**99,7 ± 0,1**	**91,8 ± 4,0**	**91,0 ± 5,2**	**36,3 ± 7,3**
Centre								
C-1		f.p. [1]	83,0 ± 5,4	86,9 ± 2,6				
C-2		99,7 ± 0,3	40,9 ± 31,1	f.p.				
C-3		57,6 ± 1,6	35,1 ± 10,4	36,9 ± 2,9				
C-4		7,4 ± 1,9	19,2 ± 6,5	16,2 ± 3,5				
C-5		f.p.	19,2 ± 6,1	11,1 ± 1,1				
C-6		22,9 ± 2,5	7,9 ± 1,5	6,2 ± 1,7				
C-7		44,4 ± 10,8	f.p.	8,6 ± 1,6				
Moyenne		**46,4 ± 15,9**	**34,2 ± 10,9**	**27,6 ± 12,7**				
Gaspé								
G-1		70,2 ± 3,4	44,5 ± 5,2	17,3 ± 5,9	90,9 ± 5,6	33,0 ± 9,1	96,9 ± 1,1	86,2 ± 4,6
G-2					99,2 ± 0,4	57,5 ± 2,9		
G-3					96,0 ± 1,7	57,7 ± 8,2	94,4 ± 2,8	51,9 ± 6,6
G-4		f.p.	5,3 ± 1,6	6,6 ± 3,4				
G-5					98,3 ± 1,8	24,7 ± 4,3		
G-6		61,9 ± 4,6	38,1 ± 3,4	8,9 ± 3,6	89,8 ± 6,8	f.p.		
G-7		54,0 ± 5,6	41,7 ± 6,1	11,8 ± 2,0	96,9 ± 3,1	21,5 ± 9,9		
G-8					90,3 ± 4,9	f.p.		
G-9					87,7 ± 5,7	36,1 ± 8,7	98,6 ± 0,7	f.p.
Moyenne		**62,0 ± 4,7**	**32,4 ± 9,1**	**11,1 ± 2,3**	**93,6 ± 1,6**	**38,4 ± 6,4**	**96,6 ± 1,2**	**69,0 ± 17,1**
Moyenne totale [2]		**62,5 ± 9,0**	**38,3 ± 6,4**	**35,2 ± 9,8**	**96,6 ± 1,1**	**68,9 ± 8,1**	**93,8 ± 2,7**	**49,4 ± 10,5**
Effet de la profondeur								
Tracadigache								
T-8	15				97,3 ± 2,5		79,5 ± 6,9	
	17				99,2 ± 0,4		81,2 ± 8,5	
	19				98,7 ± 0,2		73,4 ± 9,5	
	21				99,2 ± 0,3		70,3 ± 5,5	
Gaspé								
G-6 ou G-7	9				52,2 ± 8,4		95,4 ± 1,7	
	11				73,3 ± 17,2		94,6 ± 0,8	
	13				76,2 ± 23,0		94,8 ± 1,9	
	15				78,0 ± 10,6		88,3 ± 5,8	

[1] Filières perdues.

[2] Proportion relative moyenne pour toutes les stations pour le suivi de la couverture spatiale.

Annexe 8. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants (transformation en ln) ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les stations et les séries (1999 à 2001), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Pétoncles géants :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit						
Modèle	15	94,04	7,23	**< 0,0001**	66	0,684
Erreur	50	43,35				
Total	65	137,39				
Station	13	74,81	6,64	**< 0,0001**		
Série	2	21,48	12,39	**< 0,0001**		

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs [1]				
Tracadigache vs Centre	1,7115	0,3019	5,67	**< 0,0001**
Tracadigache vs Gaspé	0,0611	0,2851	0,21	0,8312
Centre vs Gaspé	-1,6504	0,3019	-5,47	**< 0,0001**

[1] Dans ce cas particulier, la station C-1 a été regroupée avec le secteur Tracadigache.

Pétoncles d'Islande :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	n	R2
Modèle	36	205,65	11,00	**< 0,0001**	66	0,932
Erreur	29	15,06				
Total	65	220,71				
Station	13	178,34	12,90	**< 0,0001**		
Série	2	3,07	1,45	0,2551		
Station * Série	21	22,91	2,10	**0,0321**		

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs [1]				
Tracadigache vs Centre	-1,1725	0,2826	-4,15	**0,0001**
Tracadigache vs Gaspé	-2,8790	0,2668	-10,79	**< 0,0001**
Centre vs Gaspé	-1,7065	0,2826	-6,04	**< 0,0001**

[1] Dans ce cas particulier, la station C-1 a été regroupée avec le secteur Tracadigache.

Annexe 9. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les stations et les secteurs, après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002.

Pétoncles géants :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit						
Modèle	15	26 508 457	2,97	**0,0188**	32	0,736
Erreur	16	9 508 216				
Total	31	36 016 673				
Secteur	1	3 298 694	1,99	0,1802		
Station (secteur)	14	23 209 763	2,79	**0,0261**		

Pétoncles d'Islande :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R2
Modèle réduit						
Modèle	15	100,78	1,45	0,2325	32	0,577
Erreur	16	73,89				
Total	31	174,67				
Secteur	1	56,58	17,92	**0,0008**		
Station (secteur)	14	44,20	0,68	0,7599		

Annexe 10. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les stations, les durées d'immersion (10, 12 et 14 mois), pour le suivi de la couverture spatiale du captage des séries 2002 et 2003.

Pétoncles géants :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit – Série 2002 (10 et 14 mois)						
Modèle	14	79 324 261	10,76	**< 0,0001**	49	0,816
Erreur	34	17 902 523				
Total	48	97 226 784				
Station	13	16 143 765	2,36	**0,0225**		
Durée	1	59 461 759	112,93	**< 0,0001**		
Modèle réduit – Série 2003 (10 et 12 mois)						
Modèle	5	7 634 772	4,12	**0,0459**	13	0,746
Erreur	7	2 593 900				
Total	12	10 228 672				
Station	4	5 019 957	3,39	0,0763		
Durée	1	3 365 267	9,08	**0,0196**		

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs				
Série 2002 – Tracadigache vs Gaspé	339,42	213,15	1,87	0,0696
Série 2003 – Tracadigache vs Gaspé	915,17	370,46	2,47	**0,0428**

Pétoncles d'Islande :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit – Série 2002 (10 et 14 mois)						
Modèle	14	114,77	2,59	**0,0117**	49	0,516
Erreur	34	107,49				
Total	48	222,26				
Station	13	110,66	2,69	**0,0103**		
Durée	1	7,21	2,28	0,1404		
Modèle réduit – Série 2003 (10 et 12 mois)						
Modèle	5	11,10	0,66	0,6676	13	0,319
Erreur	7	23,67				
Total	12	34,76				
Station	4	7,38	0,55	0,7083		
Durée	1	2,72	0,80	0,3996		

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs				
Série 2002 – Tracadigache vs Gaspé	2,81	0,52	5,39	**< 0,0001**
Série 2003 – Tracadigache vs Gaspé	0,98	1,12	0,87	0,4119

Annexe 11. Taille standardisée moyenne (mm ± erreur-type) des pétoncles et nombre mesurés par station, secteur et série (1999 à 2003), après 3, 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Secteur	Station	1999	2000	2001	2002	2003
Pétoncles indéterminés après 3 mois d'immersion (85 jours)						
Tracadigache	T-1	0,9 ± 0,04 (119)[1]	1,0 ± 0,04 (120)	1,1 ± 0,07 (60)		
	T-6	1,1 ± 0,05 (120)	1,1 ± 0,04 (120)	1,2 ± 0,07 (60)		
	T-8	0,9 ± 0,04 (80)	0,9 ± 0,02 (120)	1,0 ± 0,04 (60)		
	Moyenne	**1,0 ± 0,03**	**1,0 ± 0,02**	**1,1 ± 0,04**		
Centre	C-1	1,2 ± 0,05 (119)	0,9 ± 0,02 (120)	1,0 ± 0,05 (60)		
	C-2	1,1 ± 0,05 (119)	1,1 ± 0,03 (100)	f.p. [2]		
	C-3	1,1 ± 0,07 (119)	1,2 ± 0,05 (120)	1,0 ± 0,05 (60)		
	C-4	1,0 ± 0,05 (120)	0,8 ± 0,04 (120)	0,9 ± 0,04 (60)		
	C-5	0,8 ± 0,04 (120)	0,8 ± 0,02 (120)	0,8 ± 0,05 (60)		
	C-6	1,0 ± 0,03 (117)	0,6 ± 0,02 (120)	0,7 ± 0,04 (60)		
	C-7	1,3 ± 0,07 (119)	0,6 ± 0,02 (120)	0,7 ± 0,03 (60)		
	Moyenne	**1,1 ± 0,02**	**0,8 ± 0,01**	**0,9 ± 0,02**		
Gaspé	G-1	2,4 ± 0,17 (120)	0,9 ± 0,06 (120)	1,2 ± 0,09 (60)		
	G-4	1,1 ± 0,06 (119)	0,6 ± 0,04 (120)	0,8 ± 0,04 (60)		
	G-6	2,7 ± 0,19 (119)	0,9 ± 0,06 (120)	1,0 ± 0,05 (60)		
	G-7	2,8 ± 0,17 (119)	0,8 ± 0,04 (120)	0,9 ± 0,04 (60)		
	Moyenne	**2,3 ± 0,08**	**0,8 ± 0,03**	**1,0 ± 0,03**		
Pétoncles géants après 10 mois d'immersion (305 jours)						
Tracadigache	T-1	3,4 ± 0,1 (118)	4,1 ± 0,2 (30)	2,6 ± 0,2 (89)	2,6 ± 0,1 (119)	2,3 ± 0,2 (36)
	T-2				nm [3]	
	T-3				nm	2,8 ± 0,2 (57)
	T-4				2,5 ± 0,2 (55)	
	T-5				5,4 ± 0,5 (15)	3,0 ± 0,1 (60)
	T-6	2,7 ± 0,1 (157)	4,2 ± 0,3 (59)	2,5 ± 0,1 (99)	3,6 ± 0,2 (77)	
	T-7				4,1 ± 0,4 (70)	
	T-8	2,3 ± 0,1 (152)	3,9 ± 0,2 (105)	2,5 ± 0,1 (76)	2,0 ± 0,1 (41)	
	Moyenne	**2,7 ± 0,1**	**4,0 ± 0,1**	**2,5 ± 0,1**	**3,1 ± 0,1**	**2,8 ± 0,1**
Centre	C-1	f.p.	4,7 ± 0,2 (80)	4,8 ± 0,2 (89)		
	C-2	2,2 ± 0,2 (54)	7,6 ± 1,3 (11)	f.p.		
	C-3	4,4 ± 0,3 (97)	8,9 ± 0,5 (49)	6,7 ± 0,2 (71)		
	C-4	8,6 ± 0,5 (42)	9,3 ± 0,4 (52)	6,3 ± 0,4 (50)		
	C-5	f.p.	8,0 ± 0,4 (48)	6,1 ± 0,4 (41)		
	C-6	2,0 ± 0,2 (60)	2,1 ± 0,3 (29)	2,8 ± 0,5 (29)		
	C-7	3,3 ± 0,6 (11)	f.p.	6,0 ± 0,4 (36)		
	Moyenne	**4,1 ± 0,2**	**6,8± 0,22**	**5,6 ± 0,1**		
Gaspé	G-1	2,9 ± 0,2 (122)	4,8 ± 0,3 (81)	3,5 ± 0,3 (81)	3,6 ± 0,2 (98)	2,6 ± 0,3 (49)
	G-2				4,4 ± 0,2 (73)	
	G-3				5,7 ± 0,1 (148)	3,1 ± 0,2 (60)
	G-4	f.p.	3,5 ± 0,4 (38)	5,4 ± 0,4 (33)		
	G-5				3,9 ± 0,2 (58)	
	G-6	3,2 ± 0,2 (132)	4,8 ± 0,3 (78)	3,8 ± 0,3 (57)	4,4 ± 0,1 (197)	
	G-7	3,3 ± 0,2 (117)	5,4 ± 0,3 (60)	3,4 ± 0,3 (58)	nm	
	G-8				4,8 ± 0,2 (44)	
	G-9				3,5 ± 0,3 (50)	2,3 ± 0,2 (53)
	Moyenne	**3,1 ± 0,1**	**4,7 ± 0,2**	**3,9± 0,2**	**4,5 ± 0,1**	**2,7 ± 0,1**
Pétoncles d'Islande après 10 mois d'immersion (305 jours)						
Tracadigache	T-1	2,3 ± 0,1 (21)	3,3 ± 0,2 (31)	1,6 ± 0,2 (14)	3,2 ± 0,3 (10)	3,1 ± 0,2 (22)
	T-2				nm	

Annexe 11. (suite).

Secteur	Station	1999	2000	2001	2002	2003
	T-3					2,8 ± 0,1 (27)
	T-4				nm	
	T-5				nm	3,3 ± 0,4 (5)
	T-6	2,3 ± 0,1 (130)	2,8 ± 0,1 (81)	2,0 ± 0,1 (50)	2,2 (1)	
	T-7				2,9 ± 0,3 (2)	
	T-8	2,2 ± 0,1 (112)	3,2 ± 0,1 (81)	2,0 ± 0,1 (41)	3,3 ± 0,9 (2)	
	Moyenne	**2,2 ± 0,1**	**3,1 ± 0,1**	**1,9 ± 0,1**	**3,1 ± 0,2**	**3,0 ± 0,1**
Centre	C-1	f.p.	3,8 ± 1,2 (74)	2,2 ± 0,2 (40)		
	C-2	3,6 (1)	6,2 ± 0,9 (21)	f.p.		
	C-3	2,9 ± 0,1 (97)	4,6 ± 0,2 (80)	3,1 ± 0,2 (100)		
	C-4	4,5 ± 0,2 (140)	4,6 ± 0,2 (81)	2,6 ± 0,1 (83)		
	C-5	f.p.	3,7 ± 0,2 (61)	3,0 ± 0,1 (80)		
	C-6	2,9 ± 0,1 (114)	3,0 ± 0,1 (60)	2,7 ± 0,1 (100)		
	C-7	3,1 ± 0,1 (29)	f.p.	2,8 ± 0,1 (80)		
	Moyenne	**3,5 ± 0,1**	**4,1 ± 0,1**	**2,8 ± 0,1**		
Gaspé	G-1	2,5 ± 0,1 (138)	2,8 ± 0,1 (84)	2,7 ± 0,1 (80)	2,4 ± 0,1 (79)	2,9 ± 0,1 (32)
	G-2				2,9 ± 0,2 (9)	
	G-3				3,0 ± 0,1 (33)	3,4 ± 0,2 (17)
	G-4	f.p.	2,8 ± 0,1 (83)	3,2 ± 0,2 (80)		
	G-5				3,5 ± 0,4 (14)	
	G-6	3,0 ± 0,1 (138)	2,5 ± 0,1 (82)	3,0 ± 0,1 (100)	2,8 ± 0,1 (65)	
	G-7	2,3 ± 0,1 (119)	2,5 ± 0,1 (60)	3,1 ± 0,1 (100)	2,4 ± 0,1 (26)	
	G-8				2,4 ± 0,1 (44)	
	G-9				2,8 ± 0,2 (7)	3,4 ± 0,4 (6)
	Moyenne	**2,6 ± 0,1**	**2,6 ± 0,1**	**3,0 ± 0,1**	**2,6 ± 0,1**	**3,1 ± 0,1**
Pétoncles géants après 12 mois (série 2003) ou 14 mois (série 2002) d'immersion (365 et 420 jours)						
Tracadigache	T-1				nm	4,0 ± 0,1 (2)
	T-2				12,3 ± 0,7 (4)	
	T-3				13,2 ± 1,1 (17)	4,3 ± 0,3 (56)
	T-4				5,9 ± 0,4 (74)	
	T-5				nm	3,6 ± 0,3 (35)
	T-6				10,7 ± 1,0 (25)	
	T-7				9,4 ± 1,1 (11)	
	T-8				8,1 ± 0,6 (31)	
	Moyenne				**8,2 ± 0,3**	**4,1 ± 0,2**
Gaspé	G-1				nm	7,1 ± 0,6 (60)
	G-2				15,3 ± 0,3 (162)	
	G-3				19,6 ± 2,3 (4)	5,0 ± 0,6 (50)
	G-5				19,1 ± 1,1 (18)	
	G-6				f.p.	
	G-7				18,4 ± 0,6 (37)	
	G-8				f.p.	
	G-9				17,4 ± 2,9 (3)	f.p.
	Moyenne				**16,2 ± 0,3**	**6,1 ± 0,4**
Pétoncles d'Islande après 12 mois (série 2003) ou 14 mois (série 2002) d'immersion (365 et 420 jours)						
Tracadigache	T-1				3,2 (1)	3,7 ± 0,8 (4)
	T-2				3,5 ± 0,2 (2)	
	T-3				4,1 ± 0,7 (3)	4,5 ± 0,2 (60)
	T-4				3,2 ± 0,8 (5)	
	T-5					3,6 ± 0,2 (46)
	T-6				nm	
	T-7				nm	

Annexe 11. (suite).

Secteur	Station	1999	2000	2001	2002	2003
	T-8				6,6 ± 0,2 (4)	
	Moyenne				**4,3 ± 0,5**	**4,1 ± 0,1**
Gaspé	G-1				2,7 ± 0,5 (4)	3,9 ± 0,4 (22)
	G-2				5,0 ± 0,2 (133)	
	G-3				3,6 ± 0,4 (18)	2,4 ± 0,1 (52)
	G-5				6,6 ± 0,4 (40)	
	G-6				f.p.	
	G-7				5,4 ± 0,1 (134)	
	G-8				f.p.	
	G-9				nm	f.p.
	Moyenne				**5,3 ± 0,1**	**2,8 ± 0,2**
Pétoncles géants après 22 mois d'immersion (660 jours)						
Tracadigache	T-1				f.p.	
	T-2				(0)	
	T-3				19,8 ± 1,2 (3)	
	T-4				12,3 ± 0,8 (27)	
	T-5				11,3 ± 4,0 (2)	
	T-6				10,8 ± 1,4 (5)	
	T-7				13,3 (1)	
	T-8				10,7 ± 1,4 (9)	
	Moyenne				**12,3 ± 0,6**	
Gaspé	G-1				f.p.	
	G-2				26,4 ± 1,5 (31)	
	G-3				24,9 ± 1,7 (15)	
	G-5				15,9 ± 1,1 (33)	
	G-6				20,0 ± 0,7 (93)	
	G-7				18,9 ± 0,6 (42)	
	G-8				21,4 ± 0,5 (71)	
	G-9				24,4 ± 1,2 (12)	
	Moyenne				**20,8 ± 0,4**	
Pétoncles d'Islande après 22 mois d'immersion (660 jours)						
Tracadigache	T-1				f.p.	
	T-2				(0)	
	T-3				9,9 ± 0,7 (3)	
	T-4				8,2 ± 1,2 (4)	
	T-5				7,4 (1)	
	T-6				7,5 (1)	
	T-7				(0)	
	T-8				9,3 ± 2,3 (4)	
	Moyenne				**8,8 ± 0,8**	
Gaspé	G-1				f.p.	
	G-2				9,4 ± 0,3 (106)	
	G-3				10,2 ± 0,5 (34)	
	G-5				10,4 ± 0,1 (276)	
	G-6				8,9 ± 0,1 (430)	
	G-7				8,6 ± 0,2 (163)	
	G-8				9,2 ± 0,3 (100)	
	G-9				10,9 ± 1,1 (13)	
	Moyenne				**9,4 ± 0,1**	

[1] Nombre de pétoncles mesurés mis entre parenthèses.
[2] f.p. = Filières perdues.
[3] nm = Pétoncles non mesurés.

Annexe 12. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles spp. captés entre les stations, les secteurs et les séries (1999 à 2001), après trois mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Facteur aléatoire	Estimé	Erreur-type	valeur de Z	P > Z	*n*
Filière (Série * Station)	0,1551	0,0319	4,85	**< 0,0001**	4069
Série	0,0792	0,0854	0,93	0,1769	
Résidu	0,5622	0,0126	44,72	**< 0,0001**	

Facteur fixe	Degré de liberté du numérateur	Degré de liberté du dénominateur	valeur de F	P > F
Station	13	55	2,97	**0,0024**
Secteur	2	66	8,75	**0,0004**

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs				
Tracadigache vs Centre	-0,0791	0,1336	-0,59	0,5556
Tracadigache vs Gaspé	0,4178	0,1471	2,84	**0,0060**
Centre vs Gaspé	-0,4969	0,1212	-4,10	**0,0001**

Annexe 13. Résultats de l'analyse de variance et des tests a posteriori provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles géants ou des pétoncles d'Islande captés entre les stations et les séries (1999 à 2001), après dix mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Pétoncles géants :

Facteur aléatoire	Estimé	Erreur-type	valeur de Z	P > Z	*n*
Filière (Série * Station)	0,8860	0,2630	3,37	**0,0004**	2591
Série	0,7810	0,8525	0,92	0,1798	
Résidu	4,4944	0,1260	65,66	**< 0,0001**	

Facteur fixe	Degré de liberté du numérateur	Degré de liberté du dénominateur	valeur de F	P > F
Station	13	32	9,16	**< 0,0001**
Secteur	2	43	8,25	**0,0009**

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs				
Tracadigache vs Centre	2,2607	0,5920	3,82	**0,0004**
Tracadigache vs Gaspé	0,6795	0,6334	1,07	0,2893
Centre vs Gaspé	1,5812	0,5644	2,80	**0,0076**

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|	Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des stations [1]									
T-1 vs C-3	2,8312	0,6973	4,06	**0,0003**	C-4 vs C-6	5,8330	0,7259	8,04	**<0,0001**
T-1 vs C-4	4,6850	0,7141	6,56	**<0,0001**	C-4 vs C-7	2,9407	0,9194	3,20	**0,0031**
T-1 vs C-5	3,1985	0,8720	3,67	**0,0009**	C-4 vs G-1	4,5253	0,7102	6,37	**<0,0001**
T-6 vs C-3	3,1338	0,6926	4,52	**<0,0001**	C-4 vs G-4	4,1344	0,8898	4,65	**<0,0001**
T-6 vs C-4	4,9875	0,7095	7,03	**<0,0001**	C-4 vs G-6	4,2723	0,7109	6,01	**<0,0001**
T-6 vs C-5	3,5010	0,8680	4,03	**0,0003**	C-4 vs G-7	4,1786	0,7122	5,87	**<0,0001**
T-8 vs C-3	3,3906	0,6919	4,90	**<0,0001**	C-5 vs C-6	4,3466	0,8814	4,93	**<0,0001**
T-8 vs C-4	5,2443	0,7087	7,40	**<0,0001**	C-5 vs G-1	3,0388	0,8683	3,50	**0,0014**
T-8 vs C-5	3,7579	0,8672	4,33	**0,0001**	C-5 vs G-4	2,6480	1,0002	2,65	**0,0125**
C-1 vs C-4	-3,8295	0,8688	-4,41	**0,0001**	C-5 vs G-6	2,7859	0,8691	3,21	**0,0031**
C-1 vs C-5	-2,3430	0,9815	-2,39	**0,0231**	C-5 vs G-7	2,6922	0,8702	3,09	**0,0041**
C-1 vs C-6	2,0035	0,8676	2,31	**0,0275**	C-6 vs C-7	-2,8923	0,9162	-3,16	**0,0035**
C-2 vs C-4	-3,6670	0,9102	-4,03	**0,0003**	C-6 vs G-6	-1,5607	0,7064	-2,21	**0,0344**
C-2 vs C-5	-2,1806	1,0412	-2,09	**0,0442**	C-6 vs G-7	-1,6544	0,7077	-2,34	**0,0258**
C-2 vs C-6	2,1660	0,9064	2,39	**0,0229**					
C-3 vs C-6	3,9793	0,7094	5,61	**<0,0001**					
C-3 vs G-1	2,6715	0,6934	3,85	**0,0005**					
C-3 vs G-4	2,2807	0,8787	2,60	**0,0141**					
C-3 vs G-6	2,4186	0,6941	3,48	**0,0015**					
C-3 vs G-7	2,3249	0,6955	3,34	**0,0021**					

[1] Comparaisons significatives seulement.

Annexe 13. (suite).

Pétoncles d'Islande :

Facteur aléatoire	Estimé	Erreur-type	valeur de Z	P > Z	*n*
Filière (Série * Station)	0,2357	0,0688	3,43	**0,0003**	2866
Série	0,1146	0,1358	0,84	0,1993	
Résidu	1,4980	0,0399	37,56	**< 0,0001**	

Facteur fixe	Degré de liberté du numérateur	Degré de liberté du dénominateur	valeur de F	P > F
Station	13	32	5,11	**< 0,0001**
Secteur	2	43	11,79	**< 0,0001**

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des secteurs				
Tracadigache vs Centre	1,0853	0,2386	4,55	**< 0,0001**
Tracadigache vs Gaspé	0,3435	0,2528	1,36	0,1814
Centre vs Gaspé	0,7418	0,2206	3,36	**0,0016**

Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|	Paramètre	Estimé	Erreur-type	Valeur de t	Pr > |t|
Comparaison des stations [1]									
T-1 vs C-2	3,1355	0,6016	5,21	**<0,0001**	C-2 vs G-1	2,9394	0,5781	5,08	**<0,0001**
T-1 vs C-3	0,9982	0,3991	2,50	**0,0177**	C-2 vs G-4	2,6242	0,6283	4,18	**0,0002**
T-1 vs C-4	1,6289	0,3978	4,10	**0,0003**	C-2 vs G-6	2,6919	0,5780	4,66	**<0,0001**
T-6 vs C-2	3,2060	0,5788	5,54	**<0,0001**	C-2 vs G-7	2,9936	0,5787	5,17	**<0,0001**
T-6 vs C-3	1,0687	0,3604	2,97	**0,0057**	C-3 vs G-1	0,8021	0,3592	2,23	**0,0326**
T-6 vs C-4	1,6995	0,3589	4,74	**<0,0001**	C-3 vs G-7	0,8564	0,3599	2,38	**0,0235**
T-6 vs C-5	0,9285	0,4467	2,08	**0,0457**	C-4 vs C-6	1,1801	0,3586	3,29	**0,0024**
T-8 vs C-2	3,1830	0,5794	5,49	**<0,0001**	C-4 vs C-7	0,9332	0,4487	2,08	**0,0457**
T-8 vs C-3	1,0457	0,3615	2,89	**0,0068**	C-4 vs G-1	1,4329	0,3576	4,01	**0,0003**
T-8 vs C-4	1,6765	0,3600	4,66	**<0,0001**	C-4 vs G-4	1,1177	0,4437	2,52	**0,0170**
C-1 vs C-2	-2,6146	0,6319	-4,14	**0,0002**	C-4 vs G-6	1,1854	0,3573	3,32	**0,0023**
C-1 vs C-4	-1,1081	0,4494	-2,47	**0,0192**	C-4 vs G-7	1,4871	0,3584	4,15	**0,0002**
C-2 vs C-3	2,1373	0,5789	3,69	**0,0008**					
C-2 vs C-4	1,5065	0,5781	2,61	**0,0138**					
C-2 vs C-5	2,2775	0,6297	3,62	**0,0010**					
C-2 vs C-6	2,6866	0,5788	4,64	**<0,0001**					
C-2 vs C-7	2,4397	0,6445	3,79	**0,0006**					

[1] Comparaisons significatives seulement.

Annexe 14. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles géants ou des pétoncles d'Islande captés entre les stations, les secteurs et les séries, après 10, 12, 14 et 22 mois d'immersion lors du suivi de la couverture spatiale du captage.

Pétoncles géants :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	valeur de F	P > F	*n*	R^2
Séries 2002 et 2003, après 10 mois d'immersion						
Modèle	26	1 893,68	31,48	**< 0,0001**	1163	0,419
Erreur	1136	2 628,30				
Total	1162	4 521,98				
Secteur	1	6,27	0,18	0,6774		
Station (Secteur)	11	763,68	1,21	0,3695		
Série	1	177,85	10,94	**0,0045**		
Filière (Secteur * Série * Station)	13	596,73	19,84	**< 0,0001**		
Série 2002, après 14 mois d'immersion						
Modèle	14	6 812,34	35,62	**< 0,0001**	297	0,645
Erreur	282	3 747,25				
Total	296	10 559,59				
Secteur	1	1 114,79	47,00	**0,0002**		
Station (Secteur)	9	1 297,50	3,14	0,1924		
Filière (Secteur * Station)	4	153,53	2,55	**0,0395**		
Série 2003, après 12 mois d'immersion						
Modèle	4	47,40	7,61	**< 0,0001**	203	0,133
Erreur	198	3 065,55				
Total	202	3 536,96				
Secteur	1	81,61	1,35	0,3299		
Station (Secteur)	3	181,85	3,92	**0,0096**		
Filière (Secteur * Station)	0					
Série 2002, après 22 mois d'immersion						
Modèle	16	13 973,94	0,30	0,9965	345	0,014
Erreur	328	959 205,94				
Total	344	973 179,88				
Secteur	1	1 548,24	0,92	0,3385		
Station (Secteur)	11	6 013,61	-0,15	**< 0,0001**		
Filière (Secteur * Station)	4	378,23	0,03	0,9980		

Annexe 14. (suite).

Pétoncles d'Islande :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	valeur de F	P > F	*n*	R^2
Séries 2002 et 2003, après 10 mois d'immersion						
Modèle	23	60,30	3,79	**< 0,0001**	400	0,188
Erreur	376	260,18				
Total	399	320,48				
Secteur	1	0,53	0,68	0,4105		
Station (Secteur)	11	28,78	2,47	0,0868		
Série	1	2,01	2,17	0,1583		
Filière (Secteur * Série * Station)	10	10,46	1,51	0,1329		
Série 2002, après 14 mois d'immersion						
Modèle	11	203,44	4,97	**< 0,0001**	283	0,168
Erreur	271	1 009,37				
Total	282	1 212,81				
Secteur	1	2,79	-0,54	**< 0,0001**		
Station (Secteur)	8	189,33	-0.36	**< 0,0001**		
Filière (Secteur * Station)	2	0,27	0,04	0,9644		
Série 2003, après 12 mois d'immersion						
Modèle	4	176,34	16,68	**< 0,0001**	187	0,271
Erreur	179	473,20				
Total	183	649,54				
Secteur	1	18,48	0,71	0,4621		
Station (Secteur)	3	78,37	9,88	**< 0,0001**		
Filière (Secteur * Station)	0					
Série 2002, après 22 mois d'immersion						
Modèle	13	681,92	8,15	**< 0,0001**	1135	0,086
Erreur	1121	7 217,00				
Total	1134	7 898,92				
Secteur	1	15,54	1,46	0,2535		
Station (Secteur)	10	539,78	0,63	0,7506		
Filière (Secteur * Station)	2	132,82	10,31	**< 0,0001**		

Annexe 15. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison du nombre de pétoncles spp. (transformation en ln), de pétoncles géants (transformation en ln) ou de pétoncles d'Islande (transformation en ln) captés entre les profondeurs, les secteurs et les séries (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur.

Pétoncles spp. :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit						
Modèle	14	33,12	11,44	**< 0,0001**	45	0,842
Erreur	30	6,20				
Total	44	39,33				
Profondeur	6	0,52	0,12	0,9890		
Secteur	1	1,11	5,39	**0,0273**		
Série	1	18,56	25,86	**0,0020**		
Série * Profondeur	6	4,55	3,66	**0,0075**		
Série 2002						
Profondeur	6	0,91	0,72	0,6367		
Secteur	1	0,19	0,91	0,3549		
Série 2003						
Profondeur	6	3,18	3,59	0,0668		
Secteur	1	1,11	5,44	**0,0351**		

Pétoncles géants :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit						
Modèle	14	27,41	6,77	**< 0,0001**	45	0,760
Erreur	30	8,68				
Total	44	36,09				
Profondeur	6	0,68	0,10	0,9942		
Secteur	1	1,35	4,65	**0,0391**		
Série	1	10,53	8,77	**0,0242**		
Série * Profondeur	6	7,64	4,40	**0,0027**		
Série 2002						
Profondeur	6	2,75	1,36	0,2905		
Secteur	1	0,18	0,55	0,4717		
Série 2003						
Profondeur	6	3,07	2,15	0,1118		
Secteur	1	1,47	6,17	**0,0262**		

Annexe 15. (suite).

Pétoncles d'Islande :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle réduit						
Modèle	9	64,27	3,31	**0,0051**	45	0,460
Erreur	35	75,49				
Total	44	139,76				
Profondeur	6	4,81	0,37	0,8919		
Secteur	1	8,43	0,69	0,5307		
Série	1	0,01	0	0,9961		
Série * Profondeur	1	39,75	18,43	**0,0001**		
Série 2002						
Profondeur	6	8,35	0,37	0,8898		
Secteur	1	19,71	5,17	**0,0381**		
Série 2003						
Profondeur	6	5,02	1,21	0,3595		
Secteur	1	0,11	0,16	0,6948		

Annexe 16. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille standardisée (mm) des pétoncles géants ou des pétoncles d'Islande captés entre les profondeurs, les secteurs et les séries (2002 et 2003), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur.

Pétoncles géants :

Facteur aléatoire	Estimé	Erreur-type	valeur de Z	P > Z	*n*
Filière (Série * Station)	0,7029	0,3227	2,18	**0,0147**	1515
Série	0,0484	0,1852	0,26	0,3969	
Résidu	2,4902	0,0911	27,34	**< 0,0001**	

Facteur fixe	Degré de liberté du numérateur	Degré de liberté du dénominateur	valeur de F	P > F
Profondeur	3	12	0,21	0,8909
Secteur	1	12	2,51	0,1389
Profondeur * Secteur	3	12	0,14	0,9360

Pétoncles d'Islande :

Facteur aléatoire	Estimé	Erreur-type	valeur de Z	P > Z	*n*
Filière (Série * Station)	1,2777	0,6555	1,95	**0,0256**	608
Série	0,4487	0,8835	0,51	0,3058	
Résidu	1,1460	0,0668	17,15	**< 0,0001**	

Facteur fixe	Degré de liberté du numérateur	Degré de liberté du dénominateur	valeur de F	P > F
Profondeur	3	11	0,09	0,9638
Secteur	1	11	0,50	0,4953
Profondeur * Secteur	3	11	0,67	0,5883

Annexe 17. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison du nombre de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande captés entre les dates d'immersion (jour), les secteurs et les séries, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage.

Pétoncles géants :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle	10	19,91	2,09	0,1704	18	0,749
Erreur	7	6,68				
Total	17	26,59				
Secteur	1	0,68	0,72	0,4241		
Série	1	0,16	0,17	0,6901		
Jour	1	0,18	0,18	0,6802		
Jour quadratique	1	0,12	0,14	0,7237		
Jour * Série * Secteur	1	5,81	2,03	0,1985		
Jour quad. * Série * Secteur	1	3,96	1,39	0,3241		

Pétoncles d'Islande :

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Modèle	10	19,21	1,08	0,4725	18	0,607
Erreur	7	12,42				
Total	17	31,63				
Secteur	1	1,40	0,79	0,4037		
Série	1	0,09	0,05	0,8286		
Jour	1	1,73	0,98	0,3559		
Jour quadratique	1	2,71	1,53	0,2561		
Jour * Série * Secteur	3	6,81	1,28	0,3535		
Jour quad. * Série * Secteur	3	8,11	1,52	0,2904		

Annexe 18. Liste et classification des taxons présents dans les capteurs de pétoncles immergés en Gaspésie de 1999 à 2004.

- **ALGUES**
- **PHYLUM** — **PROTOZOA**
  - Classe — Granuloreticulosea
    - Ordre — Foraminiferida (Foraminifères)
- **PHYLUM** — **PORIFERA (ÉPONGES)**
- **PHYLUM** — **CNIDARIA**
  - Classe — Anthozoa
    - Ordre — Actiniaria (Anémones de mer)
  - Classe — Hydrozoa (Hydrozoaires)
- **PHYLUM** — **PLATYHELMINTHES**
  - Classe — Turbellaria (Turbellariés)
- **PHYLUM** — **ECTOPROCTA**
  - Classe — Gymnolaemata (Bryozoaires)
- **PHYLUM** — **NEMATA (NÉMATODES)**
- **PHYLUM** — **MOLLUSCA**
  - Classe — Bivalvia (Bivalves)
    - Ordre — Mytiloida
      - Famille — Mytilidae
        - *Genre* — *Crenella*
        - *Genre* — *Mytilus*
    - Ordre — Myoida
      - Famille — Myidae
        - *Genre* — *Mya*
      - Famille — Hiatellidae
        - *Espèce* — *Hiatella arctica* (Saxicave arctique)
    - Ordre — Ostreoida
      - Famille — Anomiidae
        - *Genre* — *Anomia*
      - Famille — Pectinidae (Pétoncles)
        - *Espèce* — *Chlamys islandica* (Pétoncle d'Islande)
        - *Espèce* — *Placopecten magellanicus* (Pétoncle géant)
    - Ordre — Veneroida
      - Famille — Cardiidae
        - *Genre* — *Cerastoderma*
        - *Espèce* — *Clinocardium ciliatum* (Coque d'Islande)
      - Famille — Mesodesmatidea
        - *Genre* — *Mesodesma* (Clovisse)
      - Famille — Petricolidae
        - *Espèce* — *Petricola pholadiformis* (Petricole pholadiforme)
  - Classe — Gastropoda (Gastéropodes)
    - Ordre — Nudibranchia (Nudibranches)
    - Ordre — Neogastropoda
    - Ordre — Neotaenioglossa
      - Famille — Naticidae
        - *Espèce* — *Polinices heros* (Natice de l'Atlantique)
- **PHYLUM** — **ANNELIDA (ANNÉLIDES)**
  - Classe — Polychaeta (Polychètes)
    - Sous-classe — Palpata
      - Ordre — Aciculata
        - Famille — Aphroditidae
          - *Espèce* — *Aphrodita hastata* (Souris de mer)

Annexe 18. (suite).

Ordre ..... Canalipalpata
Famille ..... Serpulida
Espèce ..... *Spirorbis spirorbis*

PHYLUM ..... ARTHROPODA
Sous-phylum ..... Chelicerata
Classe ..... Arachnida
Sous-classe ..... Acari (Acariens)
Classe ..... Pycnogonida (Pycnogonides)
Sous-phylum ..... Crustacea (Crustacés)
Classe ..... Branchiopoda
Ordre ..... Diplostraca
Famille ..... Daphniidae
Genre ..... *Daphnia*
Classe ..... Ostracoda (Ostracodes)
Classe ..... Malacostrata
Ordre ..... Amphipoda (Amphipodes)
Sous-ordre ..... Caprellidea
Famille ..... Caprellidae (Caprellidés)
Sous-ordre ..... Gammaridea (Gammaridés)
Ordre ..... Decapoda
Infra-ordre ..... Brachyura (Crabes)
Famille ..... Cancridae
Espèce ..... *Cancer irroratus* (Crabe commun)
Famille ..... Oregoniidae
Genre ..... *Hyas* (Crabe lyre)
Infra-ordre ..... Caridea (Crevettes)
Ordre ..... Cumacea (Cumacés)
Ordre ..... Euphausiacea (Euphausides)
Ordre ..... Isopoda (Isopodes)
Ordre ..... Mysida (Mysidacés)
Classe ..... Maxillopoda
Sous-classe ..... Thecostraca
Infra-classe ..... Cirripedia (Balanes)
Sous-classe ..... Copepoda (Copépodes)

PHYLUM ..... ECHINODERMATA
Classe ..... Asteroidea (Étoiles de mer)
Ordre ..... Forcipulatida
Famille ..... Asteriidae 8495
Espèce ..... *Asterias rubens* (Astérie boréale commune)
Espèce ..... *Leptasterias polaris* (Grande astérie polaire)
Classe ..... Echinoidea (Oursins)
Classe ..... Holothuroidea (Concombres de mer)
Classe ..... Ophiuroidea (Ophiures)

PHYLUM ..... CHORDATA
Sous-phylum ..... Tunicata
Classe ..... Ascidiacea
Ordre ..... Enterogona
Famille ..... Ascidiidae (Ascidies)
Sous-phylum ..... Vertebrata
Super-classe ..... Osteichthyes
Classe ..... Actinopterygii (Poissons osseux)

Annexe 19. Abondance volumétrique relative moyenne (%) des taxons captés par secteur, série (1999 à 2003) et durée d'immersion (3, 10, 12 et 14 mois), pour le suivi de la couverture spatiale du captage.

Espèce captée	1999		2000		2001		2002		2003	
	3 mois	10 mois	3 mois	10 mois	3 mois	10 mois	10 mois	14 mois	10 mois	12 mois
Secteur Tracadigache										
Algues	1,7	1,0	7,2	4,3	4,4	0,5	1,4	0,8	6,9	14,6
Hydrozoaires	1,2	0,2	11,3	5,1	2,9	1,3	13,5	12,7	* [1]	*
Bryozoaires	0,1	4,2	0,7	0,7	0,4	*	0,1	0,4	0	0
Mollusques										
Anomia	1,9	7,9	4,2	2,4	3,4	1,8	*	*	1,6	1,1
Cerastoderma	3,0	3,6	2,3	0,4	0,7	0,1	0,1	0	0,1	*
Hiatella arctica	10,6	23,1	16,4	44,2	43,4	44,7	72,7	25,8	82,6	70,5
Mytilus	12,9	10,3	15,7	2,3	9,0	1,9	0,3	1,6	4,2	6,4
Pétoncles	45,7	12,2	31,0	4,9	9,9	1,2	3,1	23,7	0,8	*
Gastéropodes	0,7	1,3	0,1	0,4	0,1	0,1	0*	0,2	*	*
Autres mollusques [2]	0,40	1,9	1,7	0,3	2,1	*	0,4	1,8	0	0
Polychètes	3,0	4,8	0,8	6,7	5,1	0,5	0,7	5,7	1,3	2,3
Spirorbis spirorbis	0,4	2,2	0,3	0,3	0	0,1	0,1	0,1	*	*
Crustacés										
Balanes	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0
Caprellidés	1,6	0,9	0,8	0,3	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0
Gammares	2,6	2,6	0,7	0,6	1,0	*	0,1	0,4	0,5	2,5
Crabes	0,1	2,7	0	0	0	1,1	0,1	*	0	0
Crevettes	0,3	0,3	0	0,7	0	1,9	0,0	0,7	*	0
Autres crustacés [3]	2,0	1,8	0,6	0,4	0,1	*	0,1	0,1	0	0
Étoiles de mer	9,2	11,1	3,5	14,9	11,9	28,0	0,1	0,6	1,9	1,4
Oursins	0	0,2	0	*	0	0	*	*	0	0
Ophiures	2,2	5,0	2,3	8,6	5,0	8,6	6,5	24,3	*	0,3
Poissons	0	0,2	0,1	0,8	0	6,8	0,1	*	*	*
Autres taxons [4]	0,1	2,6	0,5	1,2	*	0,9	0,5	0,7	*	0,9
Secteur Centre										
Algues	3,9	7,3	12,1	1,3	5,7	3,4				
Hydrozoaires	4,9	0,3	15,3	2,7	16,2	0,5				
Bryozoaires	0,4	7,3	0,5	4,1	1,0	0,7				
Mollusques										
Anomia	0,9	4,9	3,4	3,4	1,5	0,6				
Cerastoderma	1,9	1,0	0,7	0,4	1,1	0,1				
Hiatella arctica	25,4	30,7	25,2	44,6	35,5	63,6				
Mytilus	10,8	6,9	5,1	10,0	7,0	10,4				
Pétoncles	19,5	9,9	16,4	12,2	10,7	3,7				
Gastéropodes	2,4	1,6	1,4	*	1,5	*				
Autres mollusques [5]	1,1	1,0	3,4	0,6	1,5	*				
Polychètes	2,1	6,1	1,1	2,4	1,8	0,3				
Spirorbis spirorbis	1,1	5,6	0,9	1,7	1,5	0,2				
Crustacés										
Balanes	0	0	0	0	0	*				
Caprellidés	1,8	1,3	1,1	0,3	1,2	0,6				
Gammares	5,0	2,2	3,3	2,4	4,4	0,9				

Annexe 19. (suite).

Espèce captée	1999		2000		2001		2002		2003	
	3 mois	10 mois	3 mois	10 mois	3 mois	10 mois	10 mois	14 mois	10 mois	12 mois
Crabes	0	3,2	0,1	0,7	0,5	0,2				
Crevettes	0,4	0,6	0,7	0,3	0,1	0,5				
Autres crustacés [6]	4,7	2,8	2,5	0,7	0,8	*				
Étoiles de mer	11,3	2,4	3,5	9,5	4,2	11,5				
Oursins	0	*	0,4	0,4	0,1	*				
Ophiures	1,2	1,0	1,6	0,4	2,8	2,0				
Poissons	0,9	0,2	0,1	0,3	0,5	0,7				
Autres taxons [7]	0,3	3,6	1,0	2,0	0,5	0,1				
Secteur Gaspé										
Algues	13,1	6,9	8,1	0,5	1,2	2,4	*	1,2	34,3	22,8
Hydrozoaires	2,3	0,1	22,9	4,6	8,1	0,1	22,7	28,1	0	0
Bryozoaires	0	9,0	0,3	0,7	0,4	0,3	0,2	*	0	*
Mollusques										
Anomia	0,3	6,6	4,0	1,6	2,5	0,7	0,1	*	1,0	1,8
Cerastoderma	4,9	4,7	2,9	*	1,0	0,2	0,1	*	0,4	0,4
Hiatella arctica	37,2	32,6	33,8	83,4	65,7	89,0	67,4	41,6	55,8	69,3
Mytilus	2,6	2,7	3,7	3,4	2,0	0,3	2,1	5,6	3,6	4,6
Pétoncles	28,3	14,9	14,5	3,6	11,8	4,1	5,0	17,6	4,0	0,9
Gastéropodes	0,3	0,2	0,4	*	0,8	*	*	0,3	*	*
Autres mollusques [8]	1,9	0,8	1,6	0,5	0,6	0,1	0,3	0,4	*	*
Polychètes	0,4	5,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	*	*	0,3
Spirorbis spirorbis	0,1	5,0	0,7	0,2	0,1	0,1	0,2	*	*	*
Crustacés										
Caprellidés	0,4	1,9	2,4	0,5	1,6	0,3	0,1	0,7	0,9	*
Gammares	1,5	1,4	1,0	*	3,2	0,1	0,1	0,6	*	*
Crabes	0	0,8	0	*	0	0,8	*	*	0	0
Crevettes	2,5	0	0	0	0	0,1	*	1,8	*	*
Copépodes	2,3	2,2	1,0	0,1	0,3	*	0,1	*	0	0
Autres crustacés [9]	0,4	0	0	0	0	*	0,1	*	0	0
Étoiles de mer	0,4	1,9	1,0	0,2	0	0,6	*	*	*	*
Oursins	0	0	0,2	0	*	0	*	*	0	0
Ophiures	1,2	0,2	0,1	*	0,5	0,3	*	0,2	*	*
Poissons	0	1,1	0	0,1	0	0,3	0	0	0	*
Autres taxons [10]	0	1,8	1,0	0,1	*	0,1	1,3	1,8	*	*

[1] Un astérisque (*) indique que le taxon est présent en faible proportion (< 0,05 %).
[2] Inclut : *Clinocardium ciliatum*, *Crenella*, *Mesodesma arctatum*, *Mya*, *Petricola pholadiformis* et nudibranches.
[3] Inclut : amphipodes, copépodes, euphausides, isopodes et ostracodes.
[4] Inclut : acariens, annélides, anémones, *Aphrodita hastata*, concombres de mer, éponges, foraminifères, nématodes, pycnogonides et turbellariés.
[5] Inclut : *Crenella*, *Mya*, *Petricola pholadiformis* et nudibranches
[6] Inclut : copépodes, euphausides, isopodes et ostracodes.
[7] Inclut : acariens, anémones, annélides, ascidies, foraminifères, nématodes, pycnogonides et turbellariés.
[8] Inclut : *Crenella*, *Mya*, *Petricola pholadiformis* et nudibranches.
[9] Inclut : amphipodes, cumacés, euphausides, isopodes et mysidacés.
[10] Inclut : acariens, anémones, annélides, ascidies, concombres de mer, foraminifères, nématodes, pycnogonides et turbellariés.

Annexe 20. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) des taxons captés par secteur (Tracadigache et Gaspé) et durée d'immersion (10 et 14 mois), pour le suivi de la couverture spatiale du captage de la série 2002.

Espèce captée	Tracadigache		Gaspé
	10 mois	14 mois	14 mois
Foraminifères	944 ± 543	335 ± 111	2 071 ± 1 167
Turbellariés	77 ± 44	50 ± 10	14 ± 14
Nématodes	1 443 ± 165	21 ± 21	215 ± 16
Mollusques			
Placopecten magellanicus	2 077 ± 287	255 ± 77	153 ± 78
Chlamys islandica	7 ± 3	11 ± 4	241 ± 87
Anomia	0	0	14 ± 14
Cerastoderma	36 ± 25	30 ± 30	28 ± 28
Crenella	18 ± 18	20 ± 20	40 ± 17
Hiatella arctica	2 046 ± 256	497 ± 137	17 396 ± 4 051
Mya	45 ± 21	34 ± 34	0
Mytilus	2 391 ± 860	511 ± 184	485 ± 253
Autres bivalves	24 ± 24	0	14 ± 14
Gastéropodes	6 ± 6	26 ± 26	0
Nudibranches	6 ± 6	137 ± 137	23 ± 23
Polychètes	103 ± 18	139 ± 118	178 ± 7
Spirorbis spirorbis	2 330 ± 1 977	73 ± 73	6 573 ± 1 267
Acariens	39 ± 27	26 ± 26	184 ± 71
Pycnogonides	0	14 ± 6	12 ± 12
Crustacés			
Caprellidés	85 ± 25	19 ± 2	1 121 ± 894
Gammaridés	35 ± 2	19 ± 2	1 345 ± 833
Cancer irroratus	0	0	0
Hyas	0	0	0
Crevettes	0	9 ± 9	0
Copépodes	239 ± 41	99 ± 99	2 206 ± 388
Autres crustacés	6 ± 6	34 ± 34	0
Étoiles de mer	12 ± 12	29 ± 12	37 ± 9
Ophiures	265 ± 210	1 177 ± 397	23 ± 23

Annexe 21. Abondance volumétrique relative moyenne (%) des taxons captés par secteur, série (2002 et 2003) et profondeur des capteurs (de 15 à 21 m ou de 9 à 15 m), après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur.

Espèce captée	2002				2003			
	21 m	19 m	17 m	15 m	21 m	19 m	17 m	15 m
Secteur Tracadigache								
Algues	0	0	0	0	1,3	2,0	0,3	1,7
Foraminifères	*	*[1]	0,1	0,1	*	*	0	0
Hydrozoaires	23,7	20,0	6,3	4,4	0	0	*	*
Turbellariés	0	*	*	0	*	*	0	*
Bryozoaires	0,1	*	0,1	0,1	0	0	0	0
Mollusques								
Anomia	0	*	*	0,2	1,7	0,7	3,0	4,0
Cerastoderma	0	*	0,1	0,1	0,3	*	0,3	0,7
Crenella	*	*	0,1	0,1	0	0	0	0
Hiatella arctica	62,7	71,7	75,1	80,3	86,3	89,3	87,5	83,6
Mytilus	4,1	3,4	11,4	8,4	6,4	5,7	6,1	8,7
Pétoncle	4,1	4,0	5,0	4,0	3,7	2,4	2,0	1,3
Autres bivalves[2]	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Gastéropodes	*	*	0	0	0	*	0	0
Nudibranches	*	*	0,1	0,1	0	0	0	*
Polychètes	*	*	0,1	0,1	0	0	*	*
Spirorbis spirorbis	0	*	0,1	0,2	*	*	0	0
Pycnogonides	0	*	0	0	0	0	0	0
Crustacés								
Caprellidés	*	*	0,1	0,1	*	*	0,3	*
Gammaridés	*	0	0,1	0,1	0	0	0	*
Autres amphipodes	*	0	0	*	0	0	0	0
Crevettes	*	0	0	0,1	0	0	0	0
Copépodes	*	*	0,1	0,1	*	0	0	0
Étoiles de mer	*	0	*	0,1	0,3	*	0,3	*
Ophiures	5,0	0,6	1,4	0,6	0	0	*	*
Autres taxons[3]	0,4	0,1	0,1	0,9	0	0	0	*

	15 m	13 m	11 m	9 m	15 m	13 m	11 m	9 m
Secteur Gaspé								
Algues	0	0	0	0	18,8	37,3	24,2	25,3
Foraminifères	0,1	0,1	0,2	*	0	0	*	0
Hydrozoaires	22,1	33,2	5,1	13,5	3,5	0	0	0
Turbellariés	*	0	0	0,6	0	*	*	0
Bryozoaires	0,1	0,8	0	*	0	0	0	0
Mollusques								
Anomia	0,1	0	0,2	0,6	0,7	0,7	1,4	1,7
Cerastoderma	0,1	*	0,1	*	*	*	0,3	0,7
Crenella	0,1	0,1	0,2	*	0	0	0	0
Hiatella arctica	66,8	58,6	89,9	80,3	51,5	56,2	56,3	41,5

Annexe 21. (suite).

Espèce captée	2002				2003			
	15 m	13 m	11 m	9 m	15 m	13 m	11 m	9 m
Mytilus	1,8	2,0	0,2	1,3	2,3	4,8	2,0	3,8
Pétoncle	5,6	4,6	2,1	1,0	1,4	1,0	1,7	1,7
Autres bivalves [4]	0,1	*	*	0	0	0	0	0
Gastéropodes	0	0	0	0	0	0	0	0
Nudibranches	*	0	*	*	0	0	0	0
Polychètes	0,1	0,1	0,1	*	0	*	*	0
Spirorbis spirorbis	0,1	*	0,1	*	*	*	*	*
Pycnogonides	*	0	0,1	0	0	0	0	0
Crustacés								
Caprellidés	*	*	0,2	*	*	*	*	0
Gammaridés	0,1	*	*	*	0	0	*	0
Autres Amphipodes	0	0	0	0	*	0	0	0
Crevettes	0	0	0	0	0	0	0	0
Copépodes	0,1	0,1	0,2	*	0	0	0	0
Autres crustacés [5]	0	0	0,1	0	0	*	0	0
Étoiles de mer	*	0	0	0	0	0	0	0
Ophiures	0	0	*	0	0	0	0	0
Autres taxons [6]	3,1	0,6	1,2	2,4	21,7	*	14,0	25,4

[1] Un astérisque (*) indique que le taxon est présent en faible proportion (< 0,05 %).
[2] Inclut : *Mya*.
[3] Inclut : anémones, éponges et nématodes.
[4] Inclut : *Clinocardium ciliatum*.
[5] Inclut : isopodes et cumacés.
[6] Inclut : anémones, *Aphrodita hastata*, concombres de mer, éponges et nématodes.

Annexe 22. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) des taxons captés par secteur et profondeur, après dix mois d'immersion lors du suivi de l'effet de la profondeur de la série 2002.

Espèce captée	Profondeur d'immersion			
	21 m	**19 m**	**17 m**	**15 m**
Secteur Tracadigache				
Foraminifères	1 998 ± 857	938 ± 484	1 256 ± 976	1 435 ± 729
Éponges	0	0	0	0
Turbellariés	0	16 ± 8	0	0
Nématodes	345 ± 47	168 ± 112	369 ± 89	1 196 ± 370
Mollusques				
Placopecten magellanicus	1 423 ± 223	1 731 ± 257	2 157 ± 208	2 751 ± 081
Chlamys islandica	10 ± 3	23 ± 4	16 ± 7	40 ± 31
Anomia	0	19 ± 10	19 ± 10	113 ± 84
Cerastoderma	0	6 ± 6	45 ± 12	49 ± 37
Crenella	50 ± 28	55 ± 27	140 ± 13	150 ± 111
Hiatella arctica	4 101 ± 610	7 579 ± 858	10 568 ± 859	17 873 ± 2 734
Mya	7 ± 3	19 ± 19	48 ± 28	0
Mytilus	2 837 ± 710	4 492 ± 945	7 907 ± 409	22 237 ± 2 586
Gastéropodes	3 ± 3	9 ± 9	0	0
Nudibranches	13 ± 8	67 ± 25	34 ± 20	34 ± 18
Polychètes	16 ± 4	23 ± 12	79 ± 29	8 ± 8
Spirorbis spirorbis	2 050 ± 1 116	653 ± 504	1 874 ± 1 735	262 ± 181
Acariens	14 ± 10	0	12 ± 11	0
Pycnogonides	0	9 ± 9	0	0
Crustacés				
Caprellidés	9 ± 5	77 ± 19	106 ± 42	473 ± 217
Gammaridés	27 ± 12	19 ± 19	39 ± 21	37 ± 19
Autres Amphipodes	0	0	0	14 ± 14
Crevettes	3 ± 3	0	0	0
Copépodes	123 ± 40	84 ± 31	223 ± 99	437 ± 247
Isopodes	0	19 ± 19	0	0
Étoiles de mer	9 ± 5	0	19 ± 10	0
Ophiures	38 ± 17	29 ± 29	23 ± 13	20 ± 20
	15 m	**13 m**	**11 m**	**9 m**
Secteur Gaspé				
Foraminifères	1 691 ± 1 029	51 ± 28	5 359 ± 723	14 415 ± 8 146
Éponges	0	12 ± 12	0	0
Turbellariés	5 ± 5	0	0	0
Nématodes	78 ± 12	494 ± 475	1 173 ± 548	1 007 ± 436
Mollusques				
Placopecten magellanicus	3 850 ± 1 528	3 681 ± 2 133	2 048 ± 861	1 269 ± 411
Chlamys islandica	763 ± 337	703 ± 659	855 ± 455	1 198 ± 554
Anomia	22 ± 14	0	37 ± 21	17 ± 9
Cerastoderma	87 ± 56	40 ± 40	53 ± 5	27 ± 18
Crenella	243 ± 44	277 ± 41	55 ± 23	260 ± 100
Hiatella arctica	7 908 ± 1 881	11 320 ± 4 609	12 409 ± 1 887	13 138 ± 2 007
Mya	5 ± 5	0	26 ± 6	71 ± 16
Mytilus	16 ± 16	122 ± 43	316 ± 75	1 135 ± 345

Annexe 22. (suite).

Espèce captée	Profondeur d'immersion			
	15 m	13 m	11 m	9 m
Gastéropodes	0	0	0	0
Nudibranches	5 ± 5	0	16 ± 16	10 ± 10
Autres mollusques[1]	34 ± 34	20 ± 20	10 ± 10	0
Polychètes	27 ± 19	0	81 ± 17	24 ± 3
Spirorbis spirorbis	82 ± 33	20 ± 20	57 ± 41	54 ± 36
Acariens	11 ± 11	0	0	0
Pycnogonides	11 ± 11	0	0	0
Crustacés				
Caprellidés	38 ± 30	10 ± 10	42 ± 22	7 ± 7
Gammaridés	196 ± 101	30 ± 30	118 ± 59	96 ± 77
Autres Amphipodes	0	0	0	0
Crevettes	0	0	0	0
Copépodes	1 649 ± 524	2 315 ± 2 057	2 620 ± 1 898	3 582 ± 1 499
Isopodes	0	0	8 ± 8	0
Étoiles de mer	5 ± 5	0	0	0
Ophiures	0	0	8 ± 8	0

[1] Inclut : *Clinocardium ciliatum*, *Mya* et *Petricola pholadiformis*.

Annexe 23. Abondance volumétrique relative moyenne (%) des taxons captés par secteur, série (2002 et 2003) et date d'immersion (1 = mi-août, 2 = début septembre, 3 = mi-septembre, 4 = début octobre, 5 = mi-octobre, 6 = début novembre), après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage.

Espèce captée	2002					2003				
	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Secteur Tracadigache										
Algues	0	0	0	0,9	0,9	1,4	* [1]	0,3	3,7	13,7
Hydrozoaires	3,4	7,4	28,6	7,0	19,2	0	0	0	*	0,7
Bryozoaires	1,1	*	*	*	0,1	0	0	0	0	0
Mollusques										
Anomia	*	0	0	0	0	0,3	2,9	0,7	0,7	0,7
Cerastoderma	*	*	0	0	0	*	*	0,3	*	*
Hiatella arctica	75,6	84,2	46,4	76,9	66,0	90,8	86,3	91,2	77,9	67,0
Mytilus	5,7	1,0	*	0,9	3,6	2,1	7,7	5,8	4,1	6,2
Pétoncles	4,1	4,3	2,8	4,5	2,6	1,4	2,4	1,7	0,7	5,5
Gastéropodes	0,1	*	*	*	*	0	*	0	0	0
Autres mollusques [2]	0,2	0,1	0,1	0,5	0,7	0	0	0	0	0
Polychètes	*	*	0,4	0,4	0,2	0,3	*	*	*	0
Spirorbis spirorbis	*	*	*	*	0,1	0	0	0	0	0,4
Crustacés										
Caprellidés	*	*	0,3	0,8	0,4	1,0	0	0	0	3,8
Gammaridés	*	0,1	*	*	0,4	0,3	0	*	0	1,0
Crabes	0	0	0,4	0	0	0	*	0	0	0
Crevettes	*	0	3,4	0	0,7	0	0	0	0	0,7
Copépodes	0,1	*	*	*	0,1	*	0	0	0	0
Autres crustacés [3]	*	*	*	*	*	0	*	0	0	0
Étoiles de mer	2,7	0	2,2	0	0	1,7	0,7	0	0	0,4
Oursins	*	0	*	*	0,1	0	0	0	0	0
Ophiures	5,3	1,0	14,7	7,0	3,3	0,7	*	*	*	*
Poissons	1,7	0	0,3	0,5	0,7	0	*	0	0	0
Autres taxons [4]	0,1	1,8	*	0,1	1,0	*	0	*	12,9	*
Secteur Gaspé										
Algues	*	*	0			31,2	11,9	45,7	24,4	51,6
Hydrozoaires	19,5	52,8	62,1			0	0	0	0	0
Bryozoaires	0,2	0,4	*			0	0	0	0	0
Mollusques										
Anomia	0	*	0			*	1,0	2,5	0,9	0,7
Cerastoderma	0,1	*	0			0,7	1,3	0,4	*	*
Hiatella arctica	73,3	43,6	34,0			64,3	76,2	33,5	52,1	20,9
Mytilus	0,7	0,2	*			1,7	3,0	9,8	6,6	4,4
Pétoncles	3,1	1,0	3,4			2,1	6,2	5,3	9,3	18,8
Gastéropodes	0	0	0			0	0	0	*	*
Autres mollusques [5]	0,2	0,6	0,2			0	0	0	0	0

Annexe 23. (suite).

Espèce captée	2002					2003				
	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Polychètes	0,2	0,2	0			*	*	0	*	0
Spirorbis spirorbis	0,2	0,2	0			0	*	*	*	*
Crustacés										
Caprellidés	0,1	*	*			*	0,3	1,5	6,6	3,7
Gammaridés	0,1	*	0			*	*	1,4	*	*
Crabes	0	0	0			0	0	*	0	0
Crevettes	0	0	0			0	0	*	0	0
Copépodes	0,1	0,2	0,2			*	*	0	0	*
Autres crustacés [6]	*	0	*			0	0	0	*	0
Étoiles de mer	0	*	*			*	0	*	0	0
Oursins	0	0	0			0	0	0	0	0
Ophiures	0	0,2	*			*	*	0	*	0
Poissons	0	0	0			0	0	0	0	0
Autres taxons [7]	2,4	0,7	*			*	*	*	*	0

[1] Un astérisque (*) indique que le taxon est présent en faible proportion (< 0,05 %).
[2] Inclut : *Crenella*, *Mesodesma arctatum*, *Mya* et nudibranches.
[3] Inclut : amphipodes, euphausides et isopodes.
[4] Inclut : acariens, anémones, *Aphrodita hastata*, éponges, foraminifères, nématodes, pycnogonides et turbellariés.
[5] Inclut : *Crenella*, *Mesodesma arctatum* et nudibranches.
[6] Inclut : amphipodes, balanes et euphausides.
[7] Inclut : acariens, anémones, éponges, foraminifères, nématodes, pycnogonides et turbellariés.

Annexe 24. Nombre moyen (individus/capteur ± erreur-type) des taxons captés par secteur et date d'immersion, après dix mois d'immersion lors du suivi de la fenêtre temporelle de captage de la série 2002.

Espèce captée	Date d'immersion				
	Début septembre	Mi-septembre	Début octobre	Mi-octobre	Début novembre
Secteur Tracadigache					
Foraminifères	454 ± 286	1 445 ± 635	150 ± 97	434 ± 44	152 ± 104
Éponges	0	0	0	0	< 1
Turbellariés	57 ± 41	11 ± 6	6 ± 3	127 ± 116	1 ± 1
Nématodes	238 ± 71	4 978 ± 2 441	247 ± 193	185 ± 96	438 ± 408
Mollusques					
P. magellanicus	1 771 ± 266	826 ± 19	1 547 ± 275	779 ± 229	141 ± 114
Chlamys islandica	15 ± 9	3 ± 2	0	1 ± 1	0,3 ± 0,3
Anomia	2 ± 2	0	0	0	0
Cerastoderma	8 ± 8	16 ± 6	0	0	0
Crenella	44 ± 9	15 ± 15	4 ± 2	0	4 ± 4
Hiatella arctica	2 976 ± 568	2 575 ± 658	1 370 ± 72	1 965 ± 348	1 186 ± 696
Mya	19 ± 10	52 ± 5	0	0	4 ± 4
Mytilus	1 621 ± 363	1 210 ± 352	550 ± 46	411 ± 145	229 ± 94
Gastéropodes	5 ± 3	3 ± 3	21 ± 21	0	1 ± 1
Nudibranches	9 ± 9	0	0	3 ± 3	0
Autres mollusques [1]	5 ± 5	0	0	6 ± 6	0
Polychètes	134 ± 70	237 ± 218	42 ± 30	46 ± 26	14 ± 2
Aphrodita hastata	0	0	1 ± 1	0	0
Spirorbis spirorbis	89 ± 65	1 114 ± 560	41 ± 35	8 ± 1	14 ± 5
Acariens	15 ± 2	9 ± 7	0	0	7 ± 3
Pycnogonides	0	0	0	0	0
Crustacés					
Caprellidés	52 ± 26	46 ± 6	29 ± 13	657 ± 303	72 ± 57
Gammaridés	18 ± 7	14 ± 5	0	0	22 ± 19
Crevettes	2 ± 2	0	10 ± 10	0	1 ± 1
Copépodes	136 ± 48	247 ± 121	238 ± 208	167 ± 146	414 ± 363
Autres crustacés [2]	4 ± 4	3 ± 3	23 ± 23	34 ± 14	6 ± 5
Étoiles de mer	15 ± 12	1 ± 1	0	0	0
Oursins	0	0	2 ± 2	3 ± 3	2 ± 1
Ophiures	54 ± 25	17 ± 5	27 ± 14	37 ± 12	5 ± 5
Poissons	2 ± 2	0	0	0	0
Secteur Gaspé					
Foraminifères	8 011 ± 5 149	1 761 ± 1 230	136 ± 17		
Éponges	0	0	0		
Turbellariés	10 ± 10	0	23 ± 5		
Nématodes	1 519 ± 1 128	120 ± 30	0		
Mollusques					
P. magellanicus	3 015 ± 513	1 218 ± 90	2 782 ± 195		
Chlamys islandica	320 ± 125	1 003 ± 336	1 ± 1		
Anomia	0	5 ± 5	0		
Cerastoderma	822 ± 525	61 ± 21	0		
Crenella	300 ± 164	237 ± 62	28 ± 16		
Hiatella arctica	8 005 ± 2 208	4 395 ± 419	2 676 ± 826		

Annexe 24. (suite).

Espèce captée	Date d'immersion				
	Début septembre	Mi-septembre	Début octobre	Mi-octobre	Début novembre
Mesodesma arctatum	0	4 ± 4	3 ± 3		
Mya	31 ± 31	27 ± 18	0		
Mytilus	61 ± 36	33 ± 20	9 ± 3		
Gastéropodes	0	0	0		
Nudibranches	0	10 ± 10	39 ± 16		
Polychètes	59 ± 36	5 ± 5	0		
Aphrodita hastata	0	0	0		
Spirorbis spirorbis	166 ± 166	127 ± 46	0		
Acariens	10 ± 10	16 ± 2	0		
Pycnogonides	0	5 ± 5	0		
Crustacés					
Caprellidés	22 ± 11	20 ± 20	0		
Gammares	168 ± 71	45 ± 15	0		
Autres Amphipodes	0	0	0		
Crevettes	0,0	0	0		
Copépodes	4 204 ± 2433	2 159 ± 503	1 349 ± 825		
Étoiles de mer	0	5 ± 5	0		
Oursins	0	0	0		
Ophiures	0	0	0		
Poissons	0	0	0		

[1] Inclut : *Mesodesma arctatum*, *Mya* et *Petricola pholadiformis*.
[2] Inclut : amphipodes, *Daphnia* et isopodes.